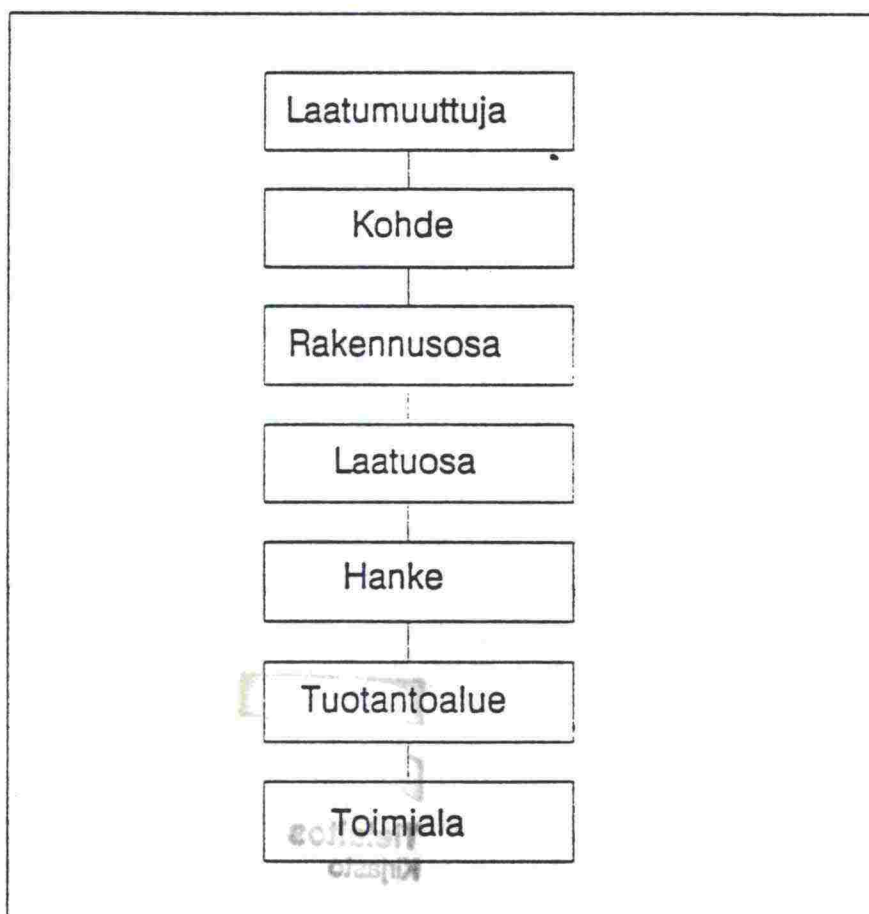


MPR
1.6.72



Emlogos Ky

TIERAKENTAMISEN LAATULUVUN LASKENTA



08 TIEL / LAP



**Tielaitos
Kirjasto**

Doknro: 960930
Nidenro: 961223



Tielaitos
Lapin tiepiiri
Rovaniemi

21.5.1992

R-1729

Jakelussa mainitut

TIENRAKENTAMISEN LAATULUVUN LASKENTA

Lapin tiepiiri lähettää oheisena TIENRAKENTAMISEN LAATULUVUN LASKENTA-raportin tiedoksenne. Kehitettyä laskentamallia on mahdollista testata tienrakentamisen atk-avusteisen laadunvarmistusohjelman (TILAVA) yhteydessä.

Lisätietoja raportista antavat kehittämistyöhön osallistuneet.

Tiejohtaja


Sauli Niku-Paavo

Rakennuspäällikkö
Tieinsinööri


Viljo Hytönen

JAKELU

Tieh/T 2 kpl
Tieh/Tk/M. Forss
Tiepiirit
Työryhmän jäsenet
K. Hietala

TIEDOKSI

Johtoryhmä
Emlogos Ky

Viljo Hytönen/MLM

TIIVISTELMÄ

Laatuluvun laskennan selkeyttämiseksi on rakentaminen jaettu seuraaviin kokonaisuuksiin (Ishakawa: "Kalanruotomalli" /1/):

- Rakennustoimiala
- Tuotantoalue (työpäällikköalue)
- Rakennushanke (hanke)
- Laatuosa
- Rakennusosa
- Kohde
- Laatumuuttuja

Rakennushanke jaetaan laatuosiin. Itsenäisen laatuosan muodostaa hankkeen osakokonaisuus, jolla on toisista osista poikkeavat laatuvaatimukset. Myös muilla perusteilla hanke voidaan jakaa laatuosiin. Urakkarajat ovat varsin mielekäs peruste jakaa hanke laatuosiin. Hankkeen jakaminen laatuosiin on osa hankkeen laatusuunnitelman laatimista.

Laatuosa jaetaan rakennusosiin. Rakennusosat ovat rakenteellisia kokonaisuuksia kuten esimerkiksi kuivatus ja sitomattomat päällysrakennekerrokset.

Rakennusosa jaetaan edelleen kohteisiin. Kohde on työkokonaisuus, jolle voidaan asettaa laadullisia tavoitteita sekä mittausten että muiden tarkastusten muodossa. Sitomattomat päällysrakennekerrokset sisältävät seuraavat kohteet: suodatinkerros, jakavakerros ja sitomaton kantavakerros.

Yksittäisen kohteen laatuun vaikuttavia tekijöitä kutsutaan laatumuuttujiksi. Laatumuuttujille asetetaan laatutavoitteet. Esimerkiksi sitomattoman kantavan kerroksen laatuun vaikuttavia laatumuuttujia ovat: kantavuus (E2), tiiviysuhde (E2/E1), tiiviysaste, kerrospaksuuden ero jne.

Laatuluku kuvaa yksittäisen laatumuuttujan laadullista onnistumista suhteessa asetettuihin tavoitteisiin. Laatuluvun ongelmallisimmat vaiheet ovat eri kokonaisuuksien laatulukujen laskenta. Tällöin on määritettävä kokonaisuuteen kuuluvien laatumuuttujien keskinäiset painoarvot. Painoarvoja voidaan arvioida erilaisten lähestymistapojen pohjalta. Tässä raportissa on muuttujien välisiä painoarvoja selvitetty niiden vaikutuksella tuotteen (tien) kestoikään.

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ

1. JOHDANTO
2. MITÄ LAATU ON?
 - 2.1 Laadun määritelmä
 - 2.2 Tietuotannon laatu
 - 2.2.1 Rakentamisen laatu
 - 2.3 Laadunvarmistus
3. LAATULUKU
 - 3.1 Laatuluvun määritelmä
 - 3.2 Historia
 - 3.3 Laatuluvun käyttökohteet
 - 3.4 Laatuluvun hierarkia
 - 3.5 Laatumuuttujan laatuluku
 - 3.6 Kohteen laatuluku
 - 3.7 Rakennusosan laatuluku
 - 3.8 Laatuosan laatuluku
 - 3.9 Hankkeen laatuluku
 - 3.10 Tuotantoalueen/toimialan laatuluku
 - 3.11 Urakoitsijan laatuluku
4. ERI LAATULUKUJEN VAIHTOEHTOISIA LASKENTA -
MALLEJA
 - 4.1 Laatumuuttujan laatuluku
 - 4.1.1 Ominaisuustarkastelu
 - 4.1.2 Muuttujatarkastelu
 - 4.1.3 Jatkuvat mittaukset
 - 4.2 Kohteen laatuluku

- 4.2.1 Laatumuuttujien pareittain vertailu
 - 4.2.2 Kyselytutkimus
 - 4.3 Rakennusosan laatuluku
 - 4.4 Laatuosan laatuluku
 - 4.4.1 Kohteiden painokertoimet
 - 4.4.2 Rakennusosien painokertoimet
 - 4.5 Hankkeen laatuluku
 - 4.5.1 Laatuosian painokerroin laatuosan tyypin ja pituuden mukaan
 - 4.5.2 Laatuosan painokerroin laatuosan kustannusten mukaan
 - 4.6 Tuotantoalueen/toimialan laatuluku
 - 4.6.1 Hankkeen tyypin ja pituuden mukaiset painokertoimet
 - 4.6.2 Hankkeen kustannusten mukaiset painokertoimet
 - 4.6.3 Tuotantoalueiden painokertoimet
 - 5. ESIMERKKI VALITULLA LASKENTAMALLILLA
 - 6. RAKENTAMISEN MUUT LAATUOMINAISUUDET
 - 6.1 Rakennusmateriaalien laatu
 - 6.2 Toiminnallinen laatu
 - 6.3 Esteettinen laatu
 - 6.4 Ympäristövaikutukset
 - 7. MUUT TIETUOTANNON LAATUOMINAISUUDET
 - 8. JATKOTOIMENPITEET
- LIITTEET** Laatumuuttujan laatuluvun laskenta.
Kyselytutkimuksen tulokset.
Kyselytutkimuksen mielipidetiedustelun tulokset.
Lapin tiepiirin hankkeiden, tuotantoalueiden
ja toimialan laatulukuraportit.

1. JOHDANTO

Emlogos Ky on Tielaitoksen Lapin tiepiirin toimeksiannosta tutkinut laatuluvun soveltamismahdollisuuksia. Laatuluvun tarkoituksena on toimia laatutasoa kuvaavana tunnuslukuna arvosteltaessa erilaisia kokonaisuuksia. Tässä selvitystyössä on pitäydytty pääosin vain rakentamisen teknistä laatutasoa kuvaavan laatuluvun laskennan ympärillä.

Raportissa on esitetty erilaisia laskentamalleja ja esimerkkitapaus projektiryhmän valitsemalla laskentamallilla.

Projektiryhmä koostui seuraavista henkilöistä:

Hytönen, Viljo	TIEL Lappi	puheenjohtaja
Mäkikallio, Heikki	TIEL Lappi	
Ylipieti, Raimo	TIEL Lappi	
Kaaminen, Kauko	TIEL Lappi	
Nikkinen, Teuvo	TIEL Lappi	
Tammela, Kari	TIEL Lappi	
Kukkoaho, Veikko	TIEL Oulu	
Kononen, Leo	TIEL Kyme	
Moilanen, Eero	Emlogos Ky	
Autti, Raimo	Emlogos Ky	

Työn käytännön toteutuksesta tämän raportin osalta ovat vastanneet tekn.yo. Eero Moilanen ja ins. Raimo Autti.

2. MITÄ LAATU ON?

2.1 LAADUN MÄÄRITTÄMINEN

ISO-8402 standardin mukainen laadun määritelmä on:

Tuotteen tai palvelun kaikki piirteet ja ominaisuudet, joilla tuote tai palvelu täyttää asetetut tai oletettavat tarpeet.

Tienrakentamisen asiantuntijoiden keskuudessa (TEKES: Rakentamisen laatu-tutkimusohjelma) on annettu laadun määritelmäksi:

Hyödykkeen eri ominaisuuksista muodostuva kokonaisuus, johon perustuu hyödykkeen kyky täyttää siihen kohdistuvat odotukset.

Hyödykkeen laatu käyttäjän kannalta muodostuu useista laadun erillisistä osatekijöistä. Eräät osatekijät ovat tärkeämpiä kuin toiset ja ne määräävät pitkälti hyödykkeen kokonaislaadun.

Laadun jakaminen osatekijöihin on laadun objektiivisen arvioinnin kannalta välttämätöntä. Osa laatumuuttujista on nimittäin mitattavissa hyvin tarkasti; toiset taas subjektiivisesti arvioitavia.

Hyödykkeeseen kohdistuvien odotusten täyttäminen sinänsä pitää sisällään erään taloudellisuuden osatekijän: laadun, joka sisältää hyvinkin laajan vaihteluvälin. Laadun suhteen voidaan noudattaa useita periaatteita /2/:

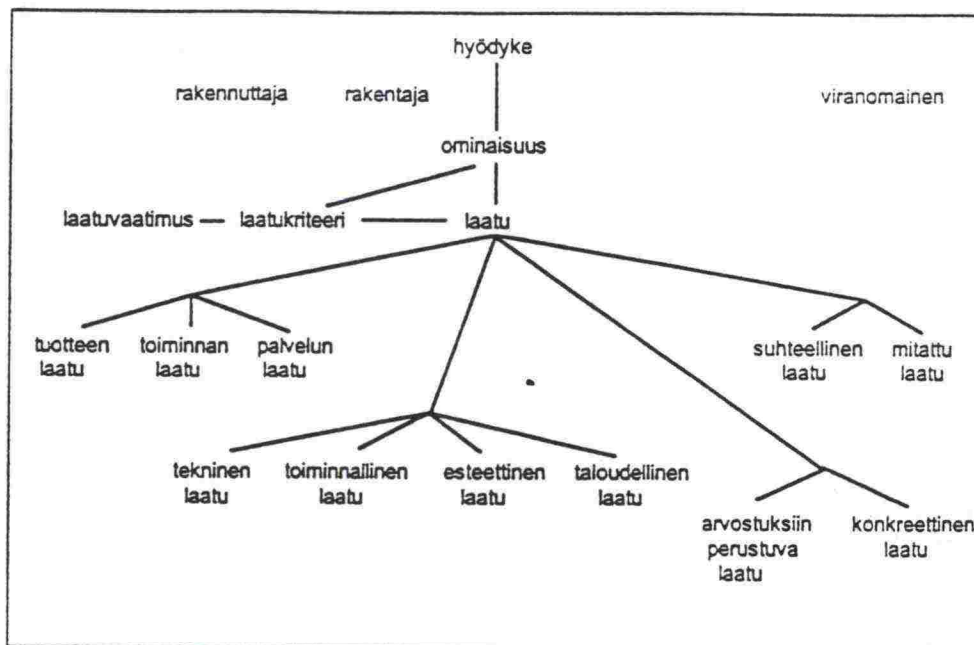
- kustannusorientoitunut laatu (halvin minimitason täyttävä)
- edullisuusorientoitunut laatu (edullisin vaihtoehtoista)
- kelpoisuusorientoitunut laatu (paras saatavissa oleva)
- normiorientoitunut laatu (tehdään niin kuin ohjeet "määräävät").

Eri tapauksissa on tärkeintä määrittää tarkoituksenmukainen laatu. Samoillakin hyödykkeillä saattavat laatuvaatimukset vaihdella suuresti. Jonkin yrityksen tuottamista hyödykkeistä pääosa tai jopa kaikki saattavat olla tarkoitettuja yksinkertaiseen massakulutukseen, jolloin hyödykkeen laatumuuttujia on karsittu kustannusten kurissapitämisen vuoksi. Laatu on optimoitu siten, että se täyttää suuren yleisön keskimääräiset vaatimukset. Osa tuotteista on sen sijaan tarkoitettu ehkä vaativaan ammattimaiseen käyttöön ja laatu on tähdätty täyttämään näitä tarpeita. Kummassakin tapauksessa hyödykkeet saattavat olla käyttäjän tarpeista lähtien yhtä hyödyllisiä eli laadukkaita. /3/

2.2 TIETUOTANNON LAATU

Tietuotannon laatu jaetaan suunnittelun, rakentamisen ja kunnossapidon laatuun /4/. Näistä jokainen voidaan jakaa tekniseen, toiminnalliseen, esteettiseen ja taloudelliseen laatuun. Tietuotannon laatua voidaan myös tarkastella kokonaisuutena kolmesta eri näkökulmasta:

- tuotteen laatu
- toiminnan laatu
- palvelun laatu



Kuva 1: Tietuotannon laatu.

Tietuotannon laatu on kokonaisuus. Jos jossakin laadun osatekijässä on laatupuutteita, muiden osatekijöiden eriomaisuus ei näitä puutteita voi täysin korjata. Laatu jää vaillinaiseksi.

$$\text{LAATU} = \text{SUUNNITTELUN LAATU} + \text{RAKENTAMISEN LAATU} + \text{KUNNOSSAPIDON LAATU}$$

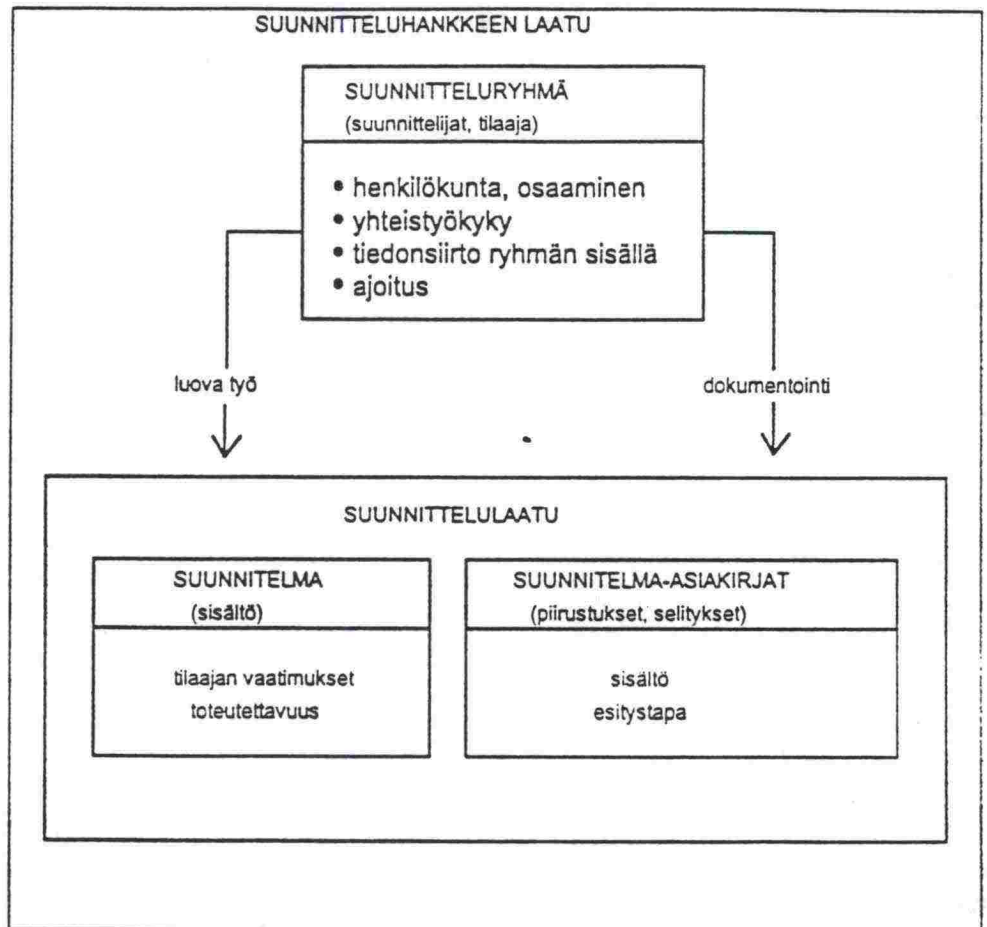
Laatua voidaan tarkastella myös tuotteen ominaisuuksiin liittyvien tekijöiden näkökulmasta. Tällaisina tuotteen laatuominaisuuksina voidaan tarkastella mm. seuraavia ominaisuuksia:

- kestoikä
- käytettävyys
- säilyvyys
- esteettisyys

Sillanrakentamisessa käytössä olevassa laatuvastuu-urakoinnissa arvonmuutosperusteet on ryhmitelty edelläesitettyjen laatuominaisuuksien mukaisesti /5/.

2.2.1 Rakentamisen laatu

Rakentamisen (tuotannon) laatu muodostuu suunnitelma-asiakirjojen laadusta, suunnitelmien laadusta ja tuotantolaadusta - tuotannon vastaavuudesta suunnitelma-asiakirjoihin. Rakennuttajan tarpeet ja odotukset on kuvattu hankeohjelmassa, jossa asetetaan vaatimukset suunnittelulle. Suunnittelun tuloksena syntyvät suunnitelma-asiakirjat asettavat vaatimukset tuotannolle ja määrittävät tuotannon laadun tason.

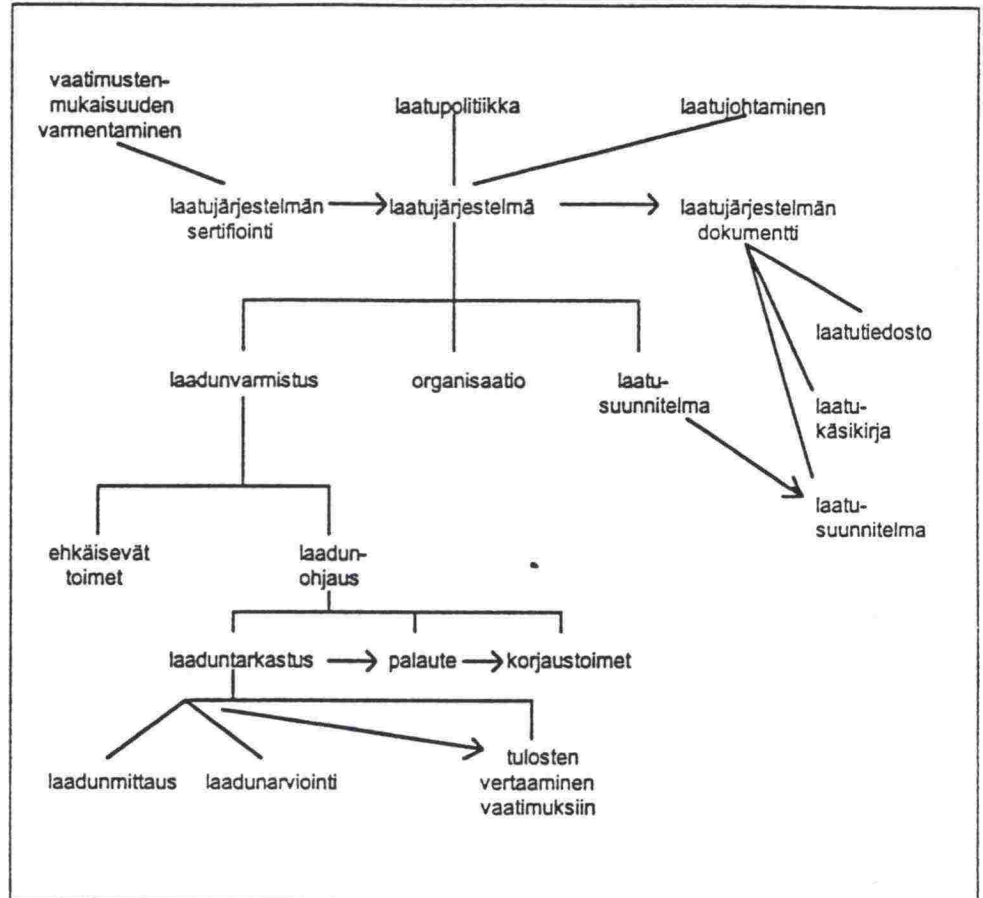


Kuva 2: Rakentamisen laadun määrytyminen.

Tässä selvityksessä on keskitytty erityisesti rakentamisen tekniseen laatuun ja siinä edelleen työn tekniseen laatuun (osin myös materiaalin laatuun).

2.3 LAADUNVARMISTUS

Yrityksen/laitoksen laatupolitiikka määrittää laatujärjestelmän puitteet. Laatujärjestelmän osia ovat laadunvarmistus, organisaatio ja laatusuunnitelmat.



Kuva 3: Laatujärjestelmä.

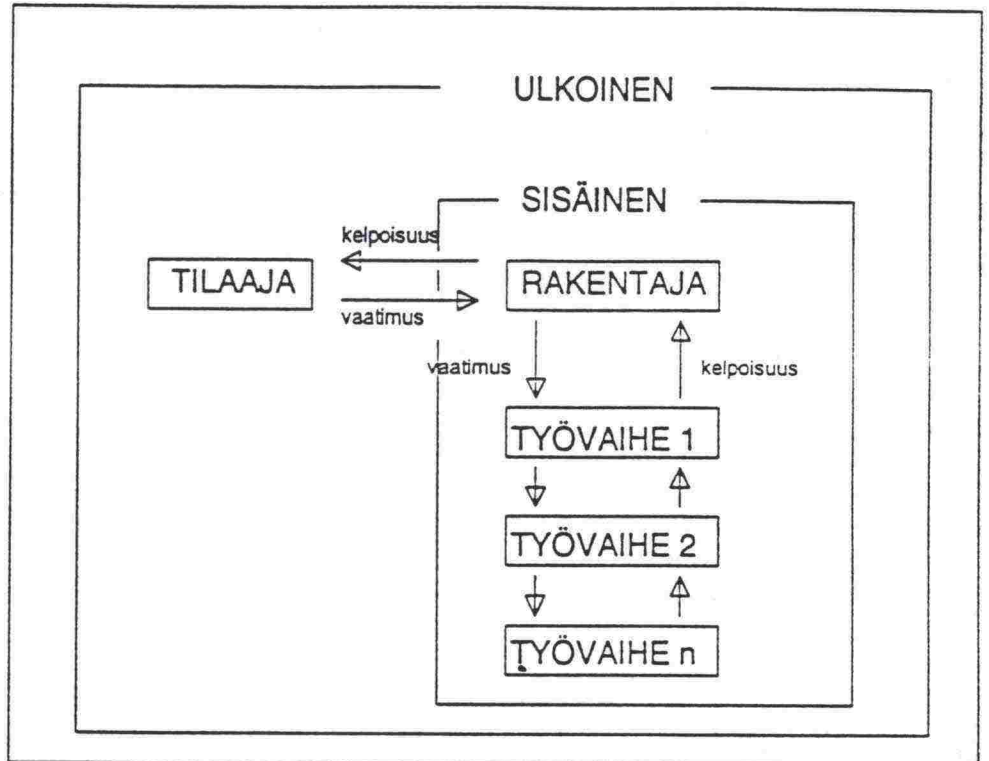
Laadunvarmistus on laatujärjestelmän osa, jolla pyritään estämään ja korjaamaan poikkeamat laatuvaatimuksista laatusuunnitelmissa esite-tyillä tavoilla.

Organisaatio muodostuu siihen kuuluvista yksiköistä ja henkilöistä sekä näiden vastuista, valtuuksista ja ohjausmenettelyistä.

Laatusuunnitelma yksilöi tietuotannolla asetettujen laatuvaatimusten saavuttamiseen käytettävät keinot ja resurssit.

Laadunvarmistus voidaan jakaa kahteen osaan: ulkoiseen ja sisäiseen laadunvarmistukseen. Lähtökohtana on tilaajan (rakennuttajan) asettamat laatuvaatimukset. Asetetut vaatimukset rakentaja (urakoit-sija) saavuttaa siten, että se asettaa sisällään kullekin työvaiheelle omat vaatimukset (sisäinen asiakkuus). Jokaisen työvaiheen kelpoi-suus todetaan sovituin tarkastuksin ennen seuraavan vaiheen aloitta-mista. Eri työvaiheista kootaan kelpoisuutta osoittavia dokumentteja

(raportteja). Näiden avulla rakentaja (urakoitsija) osoittaa tilaajalle (rakennuttajalle) tuotteen/työn kelpoisuuden.



Kuva 4: Laadunvarmistus.

Laatujärjestelmään kuuluva laadunvarmistus vaatii suunnitelmallista toimintaa. Toteutettavasta rakennuskohteesta tehdään laatusuunnitelma. Laatusuunnitelma on luonteeltaan hierarkkinen. Koko hankkeesta tehtyä laatusuunnitelmaa täydennetään yksittäisten kohteiden laatusuunnitelmilla. Laatusuunnitelmissa esitetään asetetut vaatimukset, toteamistavat, viitetiedot ja vastuuhenkilöt.

Laatusuunnitelmien toteutumista seurataan tarkastusten avulla. Tarkastukset ovat eri tyyppisiä (mittauksia, katselmuksia, arviointeja) laatumuuttujan luonteesta riippuen. Tarkastuksia tehdään prosessin eri vaiheissa (vastaanottotarkastukset, olosuhdetarkastukset, työaikaiset tarkastukset ja lopputarkastukset). Tarkastuksista huolehtii pääasiassa työn toteuttaja - "laadun tekijä". Tilaaja voi tarpeen vaatiessa toteuttaa kontrollitarkastuksia.

3. LAATULUKU

3.1 LAATULUVUN MÄÄRITELMÄ

Laatuluvulla kuvataan yksittäisen laatumuuttujan laadullista onnistumista suhteessa laatumuuttujalle asetettuihin laatutavoitteisiin. Jos mittaukselliset täyttävät asetetut tavoitteet, on ko. laatumuuttujan laatuluku sata (100). Jos taas mittaukset osittain poikkeavat asetetuista vaatimuksista, on laatumuuttujan laatuluku pienempi kuin sata.

Karkeasti yksinkertaistettuna laatuluku sata kertoo, että otoksen mukaan laatumuuttuja täyttää 100 % todennäköisyydellä asetetut vaatimukset. Vastaavasti laatuluku nolla (0) kertoo, että hyväksymistodennäköisyys on nolla. Laatuluvun laskentaa liittyy erilaisia hyväksyttäviä riskejä, jotka ovat mukana laatuluvussa (tilaajan riski, rakentajan riski)/6/.

Muille kokonaisuuksille laatuluku lasketaan kyseiseen kokonaisuuteen kuuluvien osien laatulukujen painotettuna keskiarvona. Lähtökohtana on aina yksittäisille laatumuuttujille lasketut laatuluvut.

3.2 HISTORIA

Tielaitoksen rakennushankkeilla pitkään käytössä ollut yksittäisten laatumuuttujien arvostelu (eh = erittäin hyvä, h = hyvä, t = tyydyttävä, hu = huono) ei mahdollista erilaisten kokonaisuuksien arvostelua. Alunperin tämä arvostelu on kehitetty vain kantavuusmittauksien arvostelemiseksi. Arvostelu perustuu mittauksellisten pohjalta lasketuihin mittaukselle asetettujen raja-arvojen alitusten prosenttiosuuksiin.

Tiehallituksen toimesta vuosina 1988-89 työskenteli LAATU-työryhmä, joka kävi kattavasti läpi rakentamisen laadunvarmistukseen liittyviä asioita. Työryhmä esitti eräänä jatkotoimenpiteenä tilastollisen laatuvaatimusten arvioinnin ja laadun tarkkailun.

Vuonna 1989 Finnmap Oy teki Tielaitoksen toimeksiannosta selvityksen tilastollisten menetelmien käytön mahdollisuuksista tienrakentamisessa /6,7,8/. Tilastollisten menetelmien käytön käytännön sovelluksia on myös selvitetty. Eräs niistä on Yhdysvalloissa käytetty QL-luku (Quality Level) laskenta, jolla kuvataan rakennusmateriaalien ja työtulosten laatutasoa. Erilaisten painotettujen laatutasolaskentojen avulla kuvataan projektien, osavaltioiden osien, kokonaisten osavaltioiden tai urakoitsijoiden laatutasoa /9/.

Emlogos Ky selvitti Lapin tiepiirin toimeksiannosta vuosien 89-90 mittausaineistojen pohjalta sovelletun QL-luvun laskennan käytön mahdollisuutta arvosteltaessa rakennushankkeen yksittäisten laatu-muuttujien laatutasoa ja edelleen erilaisten kokonaisuuksien laatuta-soa /10/.

Siltojen rakennuttamismenetelmiä kehittänyt SILTA-RAKE -työryhmä esitti myös omissa raporteissaan mallin siltojen laatutasoa kuvaavan laatukertoimen käytöstä /11/.

3.3 LAATULUVUN KÄYTTÖKOHEET

Tulostavoitteiden asettaminen laatumuuttujille on ongelmallista. Tällä hetkellä suomalaisesta tienrakentamisesta puuttuu yksinkertainen laatua kuvaava tunnusluku. Laatuluku voi täyttää tämän aukon.

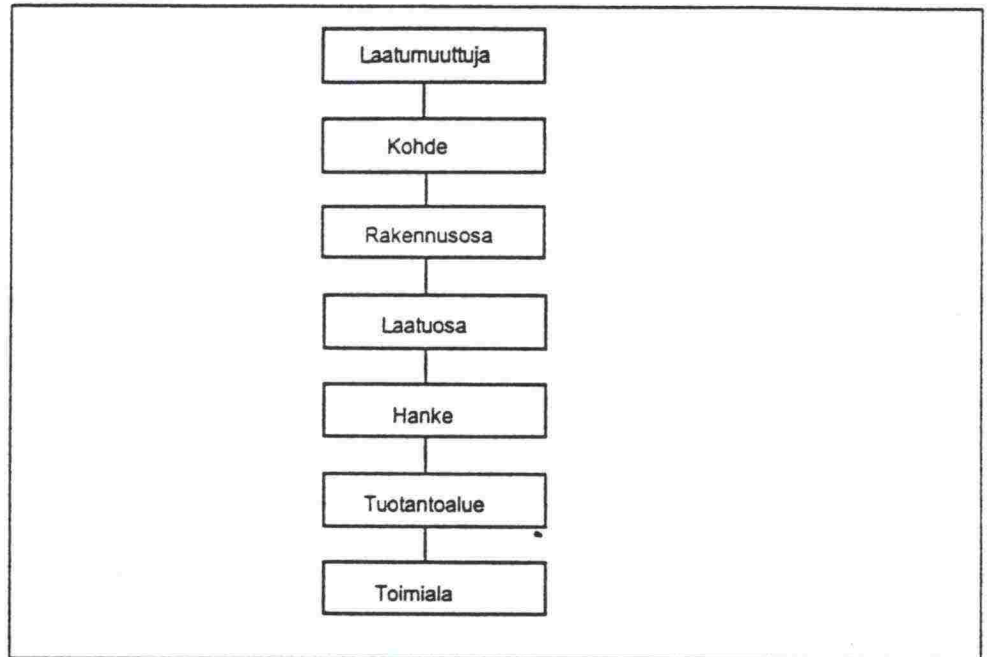
Mihin kaikkeen laatulukua voidaan käyttää ?

Laatulukua voidaan käyttää mm. seuraavissa tilanteissa:

- Erilaisten kokonaisuuksien laatutason tutkiminen laatulu-vun avulla.
- Laatutavoitteet voidaan asettaa eri tulosityksiköille laatulu-vun muodossa.
- Tilaaja voi asettaa arvonmuutosperusteet, jotka lasketaan laatuluvun perusteella.
- Laatulukua voidaan käyttää arvosteltaessa urakoitsijoiden tekemän työn laatua. Samalla urakoitsijoiden tekemien töiden laatuluvut voidaan tallentaa osaksi urakoitsijarekis-teriä, josta on edelleen mahdollisuus tuottaa urakoitsijan tuottamien töiden keskimääräinen laatutasoa kuvaava laatuluku aivan samoin periaattein kuin lasketaan talou-den tunnuslukuja.
- Lopputuotteen laatutason simulointi tuotannon eri vaiheis-sa.

3.4 LAATULUVUN HIERARKIA

Rakentaminen voidaan ryhmitellä kuvan mukaisesti. Samaa ryhmitteilyä voidaan käyttää laskettaessa laatulukua erilaisille kokonaisuuksille.



Kuva 5: Laatulujuuden hierarkia.

3.5 LAATUMUUTTUJAN LAATULUKU

Laatuluku kuvaa yksittäisen laatumuuttujan toteutunutta laatutasoa. Laskenta perustuu laatumuuttujan mittaustuloksiin. Yksittäisen laatumuuttujan laatulukua voi vaihdella välillä 0-100 (kts. 3.1).

Laatumuuttujalle on tapauskohtaisesti tehtävä näytteenottosuunnitelma. Näytteenottosuunnitelmassa otetaan huomioon muuttujan mittaustulosten jakauman tyyppi. Näytteenottosuunnitelman yhteydessä on mietittävä sopivat laatutavoitteet (sallittu kelvottomien näytteiden osuus, jolla erä hyväksytään ja kelvottomien näytteiden osuus, jolla erä hylätään) /6/. Näytteenottosuunnitelman yhteydessä selvitetään myös laatulujuuden laskentatapa.

Jos laatumuuttujan kelpoisuutta ei voida tilastollisesti todeta, on suoritettava jatkuva seuranta /8/.

3.6 KOHTEEN LAATULUKU

Kohde on työkokonaisuus, joka sisältää laatumuuttujia. Yhden kohteen laatumuuttujien laatuvaatimukset ja toteamistavat ovat yksiselitteisesti määritettävissä (laatusuunnitelma). Yleensä kohde on sama kuin työnsuunnittelussa käytetty littera (suoriter ryhmä).

Yksittäinen kohde sisältää eri määrän laatumuuttujia. Kohteen laatumuuttujien laatulukujen painotettuna keskiarvona voidaan laskea kohteen laatuluku. Eri laatumuuttujien painotuksessa otetaan huomioon ko. laatumuuttujan vaikutus kokonaisuuden laatuun. Laatumuuttujien painotukset voivat vaihdella riippuen siitä mistä näkökulmasta laatumuuttujien painoarvoja tarkastellaan (kestoikä, käytettävyys, esteettisyys jne.).

3.7 RAKENNUSOSAN LAATULUKU

Rakennusosa sisältää kohteita. Rakennusosalle laatuluku lasketaan rakennusosaan kuuluvien kohteiden laatulukujen keskiarvona. Myös painotettua keskiarvoa voidaan käyttää. Tällöin on määritettävä rakennusosan kohteille painokertoimet.

3.8 LAATUOSAN LAATULUKU

Hanke voidaan jakaa laatuosiin. Hankkeen jako laatuosiin on tarpeellista erityisesti silloin kun hanke koostuu erilaisista tieosuuksista (erilaisia päällysrakenneluokkia jne.). Myös urakkarajat ovat mielekkäitä jakokohtia jaettaessa hanke laatuosiin. Jos hanke on pieni, eikä sisällä mielekkäitä laatuosia, käsitellään hanke yhtenä kokonaisuutena, jolloin myös laatuosan laatuluvun laskenta on sama kuin hankkeen laavuluvun laskenta.

Laatuosan laatuluku muodostuu kohteiden laatulukujen painotettuna keskiarvona. Tällaisessa laskentamallissa on löydettävä kohteiden välille painoarvot. Kohteiden painokertoimen on mahdollista määrittää esimerkiksi kohteiden korjauskustannusten perusteella.

Laatuosa voidaan jaotella myös seuraavasti rakennusosiin:

- kuivatus
- alusrakenne
- pohjanvahvistus
- sitomattomat päällysrakennekerrokset
- sidotut päällysrakennekerrokset

Kaikki laatuosat eivät välttämättä sisällä kaikkia rakennusosia.

Rakennusosalle voidaan laskea laatuluku kohteiden laatulukujen keskiarvona ja edelleen laatuosan laatuluku rakennusosien laatulukujen painotettuna keskiarvona. Tällöin on määritettävä rakennusosien väliset painoarvot, mutta ei tarvitse määrittää yksittäisten kohteiden painoarvoja. Eri rakennusosien painokertoimet voidaan määrittää osien korjauskustannusten perusteella.

3.9 HANKKEEN LAATULUKU

Hankkeen laatuluku muodostuu laatuosien laatulukujen painotettuna keskiarvona. Pienissä hankkeissa laatuluvun määrittämisessä noudatetaan laatuosan laatuluvun laskentaa.

Laatuosien painokertoimet määritetään joko kustannusperusteisesti tai päällysrakenne/toiminnallisen luokan ja laatuosan pituuden perusteella.

3.10 TUOTANTOALUEEN/TOIMIALAN LAATULUKU

Tuotantoalueen/toimialan laatuluku lasketaan toteutuneiden hankkeiden laatulukujen painotettuna keskiarvona. Eri hankkeiden painoarvot voidaan määrittää esimerkiksi hankkeiden kustannusten suhteessa.

Toimialan laatuluku voidaan myös laskea tuotantoalueiden laatulukujen painotettuna keskiarvona

3.11 URAKOITSIJAN LAATULUKU

Urakoitsijoiden toteuttamien töiden laatuluku lasketaan soveltaen hankkeen laatuluvun laskennan periaatetta. Urakkakohteen laatuluku lasketaan analogisesti kohteen laatuluvun laskennan kanssa. Urakan laatuluku saadaan urakkakohteiden/rakennusosien laatulukujen keskiarvona aivan kuten laatuosan tai hankkeen laatuluku.

Valtakunnallinen tai alueellinen urakoitsijan laatuluku lasketaan urakoitsijan toteuttamien töiden laatulukujen painotettuna keskiarvona. Mukaan otetaan halutulla aikavälillä toteutettujen urakoiden laatuluvut. Ongelmana on urakoiden välisten painoarvojen selvittäminen. Eräs mahdollinen painottava tekijä on urakkasumma. Urakoiden painoarvon laskeminen tapahtuu tällöin seuraavan kaavan avulla:

$$P_i = \frac{mk_i}{\sum_{i=1}^n mk_i}$$

Kaava 3.1

missä	p_i	= urakan painokerroin
	mk_i	= urakan i urakkasumma
	n	= urakoiden lukumäärä.

Tämänkaltaisessa laatuluvun laskennassa urakoitsijat olisi mahdollisesti luokiteltava sen mukaan, kuinka suuria urakoita urakoitsijat voivat toteuttaa (urakoitsijarekisterin suorituskykyluokka). Urakoitsijan laatuluku tulisi olla mukana urakoitsijaan liittyvissä rekistereissä (urakoitsijarekisteri).

4. ERI LAATULUKUJEN VAIHTOEHTOISIA LASKENTAMALLEJA

4.1 LAATUMUUTTUJAN LAATULUKU

Laatumuuttujan laatuluvun laskenta voidaan jakaa kahteen eri tapaukseen kelpoisuuden toteamiseksi /6/

- ominaisuus- eli attribuuttitarkastelu
- muuttujatarkastelu

Valinta tapausten välillä on tehtävä tapauskohtaisesti. On myös syytä huomata, että kaikkien mittausten osalta ei voida kelpoisuutta todeta tilastollisin menetelmin. Tällaisten mittausten osalta on toteutettava ns. jatkuvan mittauksen periaatetta.

4.1.1 Ominaisuustarkastelu

Ominaisuustarkastelussa laatumuuttuja arvostellaan sellaisena suureena, että poimittavat näyteyksilöt ovat joko kelvottomia tai kelpollisia. Erän laatu arvioidaan otokseen tulleiden kelpottomien yksilöiden lukumäärän perusteella /6/. Mitä tahansa laatumuuttujaa voidaan arvioida tällä tavoin.

Normaalisti hyväksymistodennäköisyys $P(p)$ lasketaan käyttäen binomijakaumaa /6/.

$$P(p) = \sum_{i=1}^c \binom{n}{i} p^i (1-p)^{n-i} \quad \text{Kaava 4.1}$$

$P(p)$	= erän hyväksymistodennäköisyys, kun valitusten osuus on p
n	= näytteiden lukumäärä otoksessa
c	= suurin hyväksyttävä virheellisten yksilöiden lukumäärä otoksessa
p	= todellinen virheellisten yksilöiden suhteellinen osuus erässä.

Näytteenottosuunnitelman yhteydessä määritetään n (otoskoko). Lisäksi on määritettävä c (hyväksymisluku).

Menetelmää voidaan soveltaa esim. erilaisten materiaaleihin liittyvien mittausten osalta (rakeisuus, lujuus, muotoarvo jne.).

4.1.2 Muuttujatarkastelu

Muuttujatarkastelussa laatumuuttuja on normaalijakautunut ja erän laatu arvostellaan otoksesta eli näyteyksilöiden joukosta laskettujen parametrien (lukumäärä, keskiarvo, keskihajonta ja raja-arvot) perusteella /6/. Esimerkki laatuluvun laskennasta muuttujatarkastelun perusteella on esitetty liitteessä 1.

Muuttujatarkastelussa tehdään aina näytteenottosuunnitelma, jonka yhteydessä määritellään otoskoko (n) ja vakio (k) niin, että sovitut tuottajan riskit (α) ja tilaajan riskit (β) toteutuvat.

Riski- eli merkitsevyystaso kertoo, millä todennäköisyydellä hyvälaatuinen tuote-erä hylätään (tuottajan riski). Testin voimakkuudella tarkoitetaan sitä todennäköisyyttä, millä todellisuudessa huonolaatuinen tuote-erä hyväksytään (tilaajan riski) /6/.

Tehtyjen selvitysten mukaan vain kantavuusmittaukset (kantavuus, tiiviys-suhde) noudattavat riittävän hyvin normaalijakaumaa /8,10/.

4.1.3 Jatkuvat mittaukset

Tienrakentamisen luonteesta johtuen kaikkien laatumuuttujien osalta ei voida turvautua tilastolliseen tapaan todeta laatumuuttujan kelpoisuus. Jatkuvia mittauksia vaativia laatumuuttujia ovat erilaiset asema- (korkeusasema, sivukaltevuus, tasoasema jne.), paksuus-, epätasaisuus- ja kerroksen tiiviysmittaukset.

Jatkuvien mittausten osalta voidaan laatuluku laskea esimerkiksi seuraavasti /10/:

$$QL = 100 - RA\% - k(ERA\%)^2 \quad \text{Kaava 4.2}$$

QL	= laatuluku
RA%	= raja-arvon alittavien prosenttiosuus
k	= kerroin (0.2)
ERA%	= ehdottoman raja-arvon alittavien prosenttiosuus

Edellä esitetty kaava on kokeellisesti selvitetty /10/. Peruslähtökohtana on ollut, että kaavan tuottamat laatuluvut olisivat mahdollisimman samankaltaisia muiden menetelmien avulla laskettujen laatulukujen kanssa.

Ehdottoman rajan osalta tulisi siirtyä yksiselitteiseen hylkäämisrajaan, jolloin arvostelu tapahtuisi vain laatumuuttujalle asetettujen raja-arvojen perusteella.

Työnaikaisessa tarkastustoiminnassa tulisi käyttää ns. hälytysrajoja. Jos tulokset poikkeavat hälytysrajoista, on työt keskeytettävä ja ryhdyttävä laatupoikkeamien aiheuttamiin toimenpiteisiin. Hälytysrajat eivät välttämättä ole samat kuin tilaajan asettamat laatuvaatimukset kelpoisuuden toteutamiselle. Hälytysrajoja voidaan asettaa myös sellaisille laatumuuttujille, joita tilaaja ei vaadi tarkastettavaksi. Rakentaja (urakoitsija) käyttää näitä hälytysrajoja oman sisäisen laadunvalvonnan apuna.

4.2 KOHTEN LAATULUKU

Laatumuuttujien laatulukujen painotettuna keskiarvona laskettava kohteen laatuluku vaatii painokertoimien määrittämisen jokaisen kohteen jokaiselle laatumuuttujalle. Tässä raportissa laatumuuttujien painoarvot on selvitetty laajalla kyselytutkimuksella.

4.2.1 Laatumuuttujien pareittain vertailu

Ensimmäisessä vaiheessa pyrittiin kohteen laatumuuttujien painoarvot selvittämään kyselytutkimuksella, jossa kohteen laatumuuttujia vertailtiin pareittain. Vastaajan oli mietittävä laatumuuttujien keskinäistä suhdetta tien kestoikään vaikuttavana tekijänä. Kyselytutkimus toteutettiin atk-avusteisesti. Kysely postitettiin 20 henkilölle. Vastauksia tuli 14 kappaletta.

Kyselytutkimukseen vastaaminen oli ehkä kohtuuttoman vaativa (aikaa kului noin 3-4 tuntia). Vertailupareja oli kaikkiaan 732 kappaletta. Kyllästyminen ja kiinnostuksen herpaantuminen kävi ilmi tuloksia käsiteltäessä.

Kyselytutkimuksen tulos oli varsin tasapaksu. Se ei antanut riittäviä eroja laatumuuttujien välille. Kyselytutkimuksen tulosta pyrittiin muokkaamaan, mutta kuitenkin tulokset eivät vastanneet vastaajien odotuksia.

Laatulukutyöryhmä totesi, että pareittain vertailu ei sovellu tähän tarkoitukseen.

4.2.2 Kyselytutkimus

Uudistetussa atk-avusteisessa kyselytutkimuksessa (liite 2) haettiin kohteen laatumuuttujien painoarvoja niin, että kaikki yhden kohteen laatumuuttujat olivat kerralla vertailtavana. Vastaaja antoi haluamansa painoarvon (0-99) laatumuuttujalle ja pyrki näin hakemaan laatumuuttujille sellaiset painoarvot, jotka vastaajan mielestä parhaiten kuvaavat kohteen laatumuuttujien suhdetta tien kestoiän kannalta.

Kysely postitettiin sadalle tienrakentamisen ammattilaiselle. Pääpaino oli Tielaitoksen Lapin tiepiirin rakennusmestareiden keskuudessa (noin 70 kpl). Lisäksi kysely postitettiin kaikkien tiepiirien laadunvalvonnasta vastaaville henkilöille (12 kpl).

Vastauksia tuli 64 kappaletta (+ 6 myöhästyi) eli vastausprosentti oli noin 70 %. Kyselyn yhteydessä kysyttiin myös vastaajien mielipidetä ko. kyselytutkimukseen ja siihen liittyviin asioihin. Tulokset on esitetty liitteessä 3.

Vastaajien mielipide kyselyn suhteen oli varsin neutraali. Tulosten suhteen ei ole syytä tehdä pitkälle meneviä johtopäätöksiä. Tulos on suuntaa antava.

Kyselytutkimuksen tulosten perusteella on muodostettu laskentamalli. Työryhmä on tarkentanut kohteiden laatumuuttujien painoarvoja erityisesti niissä kohteissa, joissa on nähty tarpeelliseksi tarkistaa kohteen laatumuuttujia. Lisäksi työryhmä on käyttänyt viiden (5) yksikön tarkkuutta antaessaan painoarvoja eri muuttujille. Tämän suurempaan tarkkuuteen on turha pyrkiä. Riittävät erot on laatumuuttujien välille saatavissa tälläkin jaotuksella.

Tuloksia käsiteltäessä tuli esiin myös tarve muodostaa yksi uusi kohde - 7700 Tien rakentaminen. Tässä kohteessa käsitellään sellaisia laatumuuttujia, joita on vaikea sijoittaa erikseen mihinkään erilliseen kohteeseen (luiskakalteuden ero). Lisäksi kohteeseen on otettu mukaan sellaisia laatumuuttujia, joiden vaikutus kertaantuu, jos ne esiintyvät erikseen useissa kohteissa (tasoaseman ero, korkeusaseman ero). Kaiken kaikkiaan kohteeseen 7700 on pyritty poimimaan sellaiset laatumuuttujat, jotka kuvaavat koko tien laatua (tiiviysuhde otetaan mukaan vain kantavan kerroksen päältä tehtyjen mittausten osalta).

Kohteen laatulukua laskettaessa otetaan mukaan hankkeella esiintyneet laatumuuttujat ja niiden painokertoimet. Jokaisessa tapauksessa yhden kohteen laatumuuttujien painokertoimien summa on 1. Jos kohteessa ei ole toteutettu mittauksia kaikkien laatumuuttujien osalta, muodostuu kohteen laatumuuttujien painokertoimet edelleen niin, että painokertoimien summa on yksi (1).

Tapauksessa, jossa jonkin kohteen osalta on tarvetta korostaa sitä muista laatukohteista poikkeavasti, voidaan painokertoimien summana käyttää ykkösestä (1) poikkeavaa lukua. Tätä ajatusta voidaan hyödyntää siinä tapauksessa, jos halutaan laatuluvun laskennan mahdollistavan bonuksen käytön. Tätä ominaisuutta ei ole tässä raportissa kokeiltu.

Seuraavassa tarkastellaan yksittäisiä kohteita (työvaiheita) erikseen:

Kyselytutkimuksen tuloksen perässä oleva luku (sulkeissa) on kyselytutkimuksen laskennallinen tulos poistettujen muuttujien jälkeen. Painokertoimet on esitetty prosentteina.

2100 Maaleikkaus

Laatumuuttujat	Kysely	Työryhmä
Tasoaseman ero	15	(siirretty 7700)
Korkeusaseman ero	28 (32)	30
Yläpinnan leveys	20 (24)	5
Luiskakaltevuuden ero	15 (18)	5
Tiiviysaste	22 (26)	20
(Pohjamaan kantavuusluokka)		40

Arviointia vaativa muuttuja, pohjamaankantavuusluokka, on periaatteessa vastattava suunnittelijan tietoa. On kuitenkin mahdollista, että rakentaja ottaa riskin ja ei täysin toimi pohjamaan kantavuusluokan muutosten mukaisesti ("halvempi ratkaisu"). Tällöin pohjamaankantavuusluokka-laatumuuttuja ei saa arvoa 100 vaan arvioidun luvun väliltä 0-100, joka kuvaa epävarmuuden suuruutta.

2400 Avo-ojat

Laatumuuttujat	Kysely	Työryhmä
Tasoaseman ero	21	15
Korkeusaseman ero	43	45
Tasaisuus	36	40

2701 Murskaus (päällyste)

Päällystemurskeiden osalta nähtiin tarpeelliseksi jaotella erikseen sekä AB- että ÖS-murske. Näissä murskeissa laatumuuttujien painoarvojen tulee poiketa toisistaan, erityisesti routivuus- ja lujuusominaisuuksien osalta. Kyselytutkimuksessa oli mukana kohteena vain yleisesti päällystemurskeet.

(päällyste AB)

Laatumuuttujat	Kysely	Työryhmä	
Muoto	13 (15)	20	
Lujuus	28 (33)	35	
Rakeisuus	24 (29)	30	
E-moduli		17	(poistettu)
0.074 (routivuus)	18 (23)	15	

Murskeen rakeisuutta arvostellaan vain rakeisuuskäyrien perusteella. Jos mukana olisi myös E-moduli, korostuisi rakeisuus liiaksi. E-moduli -mittauksia tullaan edelleenkin tekemään, mutta laatulukulaskennassa sille ei anneta painoarvoa, vaan näytteiden rakeisuuden osalta arvostelu tapahtuu sisemmän ja ulomman rajakäyrän avulla. E-modulin tulosten "karkeajakoisuus" tuottaa ongelmia tarkasteltaessa tuloksia tilastollisesti (muuttujatarkastelu). Ainoa mahdollisuus on ominaisuustarkastelu.

(päällyste ÖS)

Laatumuuttujat	Kysely	Työryhmä
Muoto		10
Lujuus		35
Rakeisuus		30
E-moduli		(poistettu)
0.074 (routivuus)		25

E-modulin poisto katso kohde 2701 (AB).

2702 Murskaus (kantava)

Laatumuuttujat	Kysely	Työryhmä
Muoto	11 (15)	15
Lujuus	21 (28)	25
Rakeisuus	23 (31)	40
E-moduli	25	(poistettu)
0.074 (routivuus)	20 (26)	20

E-modulin poisto, katso kohde 2701 (AB).

2703 Murskaus (jakava)

Laatumuuttujat	Kysely	Työryhmä
Muoto	11	(poistettu)
Lujuus	18	(poistettu)
Rakeisuus	24 (53)	60
E-moduli	27	(poistettu)
0.074 (routivuus)	20 (47)	40

Muoto- ja lujuusominaisuuksille ei ole jakavan kerroksen murskeen osalta asetettu vaatimuksia. Tämän vuoksi ei ole tarpeellista myöskään ottaa niitä huomioon laatuluvun laskennassa.

E-modulin poisto, katso kohde 2701 (AB).

3100 Kalliroleikkaukset

Laatumuuttujat	Kysely	Työryhmä
Tasoaseman ero	22	(siirretty 7700)
Korkeusaseman ero	33 (42)	40
Luiskakaltevuuden ero	19 (24)	10
Kallion tasaisuus	26 (34)	50

4110 Tie-, rata-, yms. penkereet (4120)

Laatumuuttujat	Kysely	Työryhmä
Tasoaseman ero	14	(siirretty 7700)
Korkeusaseman ero	21 (24)	25
Yläpinnan leveys	19 (22)	20
Rakeisuus	21 (24)	20
Tiiviysaste	25 (30)	35

Samoja painokertoimia voidaan käyttää myös kohteessa 4120 Massanvaihtoon kuuluvat täytöt.

4210 Tie-, rata-, yms. penkereet (louheesta) (4220)

Laatumuuttujat	Kysely	Työryhmä
Tasoaseman ero	18	(siirretty 7700)
Korkeusaseman ero	30 (38)	40
Yläpinnan leveys	26 (32)	30
Rakeisuus	24 (30)	30

Samoja painokertoimia voidaan käyttää myös kohteessa 4220 Massanvaihtoon kuuluvat täytöt.

4410 Suodatin- ja eristekerrokset sekä maalaatikot ja siirtymäkii- lat hiekasta

Laatumuuttujat	Kysely	Työryhmä
Tasoaseman ero	6	(siirretty 7700)
Korkeusaseman ero	9	(siirretty 7700)
Yläpinnan leveys	8 (15)	10
Paksuusero	12 (23)	25
Tasaisuus	10	(poistettu)
E-moduli		9 (16) 15
0.02 (savi)	10	yhdistetty
0.074 (routivuus)	12 (23)	25
Kapillaarisuus	12	yhdistetty
Tiiviysaste	12 (23)	25

Routivuuteen liittyvät laatumuuttujat on yhdistetty. Jos kuitenkin on tehty mittauksia kaikilla yhdistettävillä tavoilla, tällöin otetaan huomioon ko. laatumuuttujien laatulukujen keskiarvo.

Suodatinkerroksen tasaisuudelle on asetettu vaatimukset, mutta käytännössä varsinaisia mittauksia ei ko. laatumuuttujan osalta tehdä. Tasaisuuden laadullinen onnistuminen arvioidaan silmämääräisesti.

4430 Jakava kerros sekä maalaatikot ja siirtymäkiilat sorasta

Laatumuuttujat	Kysely	Työryhmä
Tasoaseman ero	4	(siirretty 7700)
Korkeusaseman ero	7	(siirretty 7700)
Yläpinnan leveys	7 (12)	5
Paksuusero	10 (18)	20
Sivukaltevuuden ero	7 (12)	10
Tasaisuus	7	(poistettu)
E-moduli	11	(poistettu)
0.02 (savi)	7	yhdistetty
0.074 (routivuus)	8 (15)	15
Kantavuus E2	14 (25)	30
Tiiviyssuhde E2/E1	8	(poistettu)
Tiiviysaste	10 (18)	20

Korkeusaseman ero ja paksuusero on yhdistetty. Samoin on yhdistetty 0.02 (savi) ja 0.074 (routivuus). Jos kuitenkin on tehty mittauksia kaikilla yhdistettävillä tavoilla, tällöin otetaan huomioon ko. laatumuuttujien laatulukujen keskiarvo.

Tiiviyssuhde käsitellään kohteessa 7700, koska ko. laatumuuttuja mittaa siihen asti rakennetun rakenteen tiiviyssuhdetta (ei vain ko. kerroksen tiiviyssuhdetta). Tiiviyssuhdetulokset otetaan mukaan vain kantavan kerroksen päältä tehtyjen mittausten osalta.

Tasaisuuden osalta suoritetaan laatuarviointia. Varsinaisia mittaustuloksia ei muodostu.

4510 Sitomattomat kantavat kerrokset (4530)

Laatumuuttujat	Kysely	Työryhmä
Tasoaseman ero	4	(siirretty 7700)
Korkeusaseman ero	7	(siirretty 7700)
Yläpinnan leveys	7 (13)	5
Paksuusero	9 (17)	20
Sivukaltevuuden ero	8 (15)	15
Luiskakaltevuuden ero	5	(siirretty 7700)
Tasaisuus	9	(poistettu)
E-moduli		9 (poistettu)
0.02 (savi)	6	yhdistetty
0.074 (routivuus)	8 (15)	10
Kantavuus E2	12 (23)	30
Tiiviyssuhde E2/E1	7	(siirretty 7700)
Tiiviyssaste	9 (17)	20

Korkeusaseman ero ja paksuusero yhdistetty. Samoin on yhdistetty 0.02 (savi) ja 0.074 (routivuus). Jos kuitenkin on tehty mittauksia kaikilla yhdistettävillä tavoilla, otetaan huomioon ko. laatumuuttujien laatulukujen keskiarvo.

Tiiviyssuhde (kts. 4430).

Tasaisuuden osalta suoritetaan laatuarviointia. Varsinaisia mittaustuloksia ei muodostu.

5110 Bitumisora (BS)

Laatumuuttujat	Kysely	Työryhmä
Tasoaseman ero	6	(siirretty 7700)
Korkeusaseman ero	8	(siirretty 7700)
Yläpinnan leveys	10 (12)	10
Paksuusero	12 (14)	15
Sivukaltevuuden ero	12 (14)	15
Tasaisuus	14 (16)	15
Sideainepitoisuus	13 (15)	15
Tyhjätila	12 (14)	10
Kantavuus E2	13 (15)	20

5120 Bitumistabilointi

Laatumuuttujat	Kysely	Työryhmä
Tasoaseman ero	7	(siirretty 7700)
Korkeusaseman ero	9	(siirretty 7700)
Yläpinnan leveys	11 (13)	5
Paksuusero	13 (16)	15
Sivukaltevuuden ero	11 (13)	5
Tasaisuus	13 (16)	20
Sideainepitoisuus	16 (19)	25
Kantavuus E2	20 (23)	30

5140 Maabetoni

Laatumuuttujat	Kysely	Työryhmä
Betonin puristuslujuus		16 (19) 15
Tasoaseman ero	8	(siirretty 7700)
Korkeusaseman ero	9	(siirretty 7700)
Yläpinnan leveys	11 (13)	5
Paksuusero	14 (17)	20
Sivukaltevuuden ero	10 (12)	5
Tasaisuus	14 (17)	25
Kantavuus	18 (22)	30

5210 Asfalttibetoni

Laatumuuttujat	Kysely	Työryhmä
Tasoaseman ero	7	(siirretty 7700)
Korkeusaseman ero	8	(siirretty 7700)
Yläpinnan leveys	11 (13)	10
Paksuusero	14 (16)	10
Sivukaltevuuden ero	15 (18)	20
Tasaisuus	17 (20)	20
Sideainepitoisuus	15 (18)	20
Tyhjätila	13 (15)	20

5240 Öljysorapäälysteet

Laatumuuttujat	Kysely	Työryhmä
Tasoaseman ero	7	(siirretty 7700)
Korkeusaseman ero	8	(siirretty 7700)
Yläpinnan leveys	11 (13)	10
Paksuusero	14 (16)	15
Sivukaltevuuden ero	14 (16)	20
Tasaisuus	16 (19)	10
Sideainepitoisuus	15 (18)	25
Tarttuvuus	15 (18)	20

5420 Betonipäälysteet

Laatumuuttujat	Kysely	Työryhmä
Betonin ilmapitoisuus	12 (14)	20
(säänkestävyys)		
Betonin puristuslujuus	17 (20)	25
Tasoaseman ero	8	(siirretty 7700)
Korkeusaseman ero	8	(siirretty 7700)
Yläpinnan leveys	11 (13)	5
Paksuusero	14 (17)	15
Sivukaltevuuden ero	14 (17)	15
Tasaisuus	16 (19)	20

6810 Rummut

Laatumuuttujat	Kysely	Työryhmä
Tasoaseman ero	11	5
Korkeusaseman ero	24	30
Kaltevuusero	21	20
Arinan leveys	13	5
Rakeisuus	13	20
Tiiviysaste	18	20

Työryhmä korosti erityisesti rumpujen oikeaa korkeusasemaa ja kaltevuuseroa tekijöinä, jotka takaavat rummun toimivuuden. Laatumuuttuja "tasoaseman ero" ei ollut kaikille kyselyyn vastanneille selvä.

6830 Salaojat

Laatumuuttujat	Kysely	Työryhmä
Tasoaseman ero	7 (8)	5
Korkeusaseman ero	16 (19)	20
Kaltevuusero	19 (22)	20
Kaivon alap. tasoaseman ero	10 (12)	20
Kaivon alap. kork.aseman ero	14	(yhdistetty)
Arinan leveys	8 (9)	10
Rakeisuus	15 (17)	15
Tiiviysaste	11 (13)	10

Kaivon alapinnan tasoaseman ero ja korkeusaseman ero on yhdistetty yhdeksi laatumuuttujaksi nimeltä kaivon asema. Jos kuitenkin on tehty mittauksia molemmilla yhdistettävillä tavoilla, tällöin otetaan huomioon ko. laatumuuttujien laatulukujen keskiarvo.

6840 Sadevesiviemärit

Laatumuuttujat	Kysely	Työryhmä
Tasoaseman ero	7 (9)	5
Korkeusaseman ero	15 (20)	20
Pituuskaltevuuden ero	16 (22)	20
Kaivon alap.tasoaseman ero	9 (12)	20
Kaivon alap.kork.aseman ero	12	(yhdistetty)
Kaivon yläp.kork.aseman ero	13	(yhdistetty)
Arinan leveys	8 (10)	10
Rakeisuus	9 (12)	10
Tiiviysaste	11 (15)	15

Kaivo yhdistetty yhdeksi laatumuuttujaksi.

7700 Tienrakentaminen

Laatumuuttujat	Työryhmä
Tasoaseman ero (tie)	25
Luiskakaltevuuden ero	25
Korkeusaseman ero (tie)	25
Tiiviyssuhde E2/E1	25

Puuttuvat kohteet

- 1100 Puusto ja muu kasvillisuus
- 1300 Putkijohdot
- 1400 Kaapelit ja ilmajohdot
- 1500 Maarakenteet
- 1600 Penkereiden alitukset
- 5400 Muut päällysteet ja kovat pintarakenteet
- 5600 Viherrakenteet
- 5700 Reunatuet
- 6100 Paalutukset
- 6200 Maapohjan ja luiskien vahvistaminen
- 6300 Perustukset ja tukimuurit
- 6400 Kallion tiivistäminen ja lujittaminen

Tässä raportissa ei ole otettu kantaa puuttuvien kohteiden laatuluvun laskentaan. Periaatteessa myös puuttuvissa kohteissa voidaan noudattaa samaa periaatetta kuin tässä raportissa käsitellyissä kohteissa.

Kohteet 6100 ja 6200 on tärkeää saada mahdollisimman pian mukaan laatuluvun laskentaan. Kyseisillä kohteilla on varsin suuri merkitys rakenteen kestoiän kannalta.

4.3 RAKENNUSOSAN LAATULUKU

Rakennusosan laatuluku muodostuu ko. rakennusosaan kuuluvien kohteiden laatulukujen perusteella. Tässä raportissa päädyttiin laskemaan rakennusosan laatuluku suoraan rakennusosaan kuuluvien kohteiden laatulukujen aritmeettisena keskiarvona.

Jos jotakin kohdetta halutaan korostaa, voidaan kyseisen kohteen laatumuuttujien painokertoimien summana käyttää ykkösestä (1) poikkeavaa lukua. Korostettaessa kohdetta on laatumuuttujien painokertoimien summa on suurempi kuin yksi (1). Tällöin poikkeuksellinen kohde tulee huomioiduksi poikkeavalla tavalla rakennusosan laatuluvussa.

Kohde 7700 rinnastetaan yhdeksi erilliseksi rakennusosaksi - Tien rakentaminen.

4.4 LAATUOSAN LAATULUKU

4.4.1 Kohteiden painokertoimet

Hankkeen laatuluku voidaan laskea kohteiden laatulukujen painotettuna keskiarvona. Tällaisessa laskentamallissa on löydettävä kohteiden välille painoarvot. Tässä raportissa on käsitelty kolme (3) vaihtoehtoista mallia. Peruslähtökohtana näissä jokaisessa mallissa on kohteen korjauskustannuksiin perustava laskentamalli.

Kohteen korjauskustannuksilla tarkoitetaan tässä raportissa niitä kustannuksia, joita syntyy, jos kohde laatupoikkeamien johdosta joudutaan joko osittain tai kokonaan rakentamaan uudelleen. Varsinaisista korjauskustannuksista ei ole olemassa tiedostoja. Tässä raportissa on tehty oletamus, että korjauskustannuksien sijasta voidaan käyttää vastaavia rakentamiskustannuksia. Kohteiden purkamistöiden kustannukset on jätetty kaikissa vaihtoehdoissa pois laskelmista.

Kohde 7700

Yksittäisten kohteiden painotettu laatuluku ja kohteen 7700 (Tien rakentaminen) laatulukujen painotettuna keskiarvona saadaan laatuosan laatuluku. Kohteen 7700 painokertoimen avulla voidaan ottaa huomioon erityyppiset laatuosat, koska kohde 7700 sisältää sellaisia muuttujia, joiden merkitys poikkeaa huomattavasti erityyppisten laatuosien osalta. Esimerkiksi tasoaseman erolla on huomattavasti suurempi merkitys taajamahankkeissa kuin maaseutuhankkeissa. Kuitenkaan kohteen 7700 painoarvoa ei ole syytä liioitella, kun kysymyksessä on rakentamisen teknistä laatutasoa kuvaava laatuluku.

Vaihtoehto 1.

Kohteiden painokertoimet lasketaan kohteiden kustannusten suhteessa. Laskenta toteutetaan kunkin tarkasteltavan hankkeen osalta erikseen. Hankekohtainen tarkastelu ottaa huomioon hankkeen toiminallisen luokan ja paikalliset olosuhteet. Työnaikaisessa laatulukulaskennassa käytetään kohteiden suunniteltuja kustannuksia ja lopullisessa laatulukulaskennassa hankkeen osalta kohteiden toteutuneita kustannuksia.

Laskentamalli on varsin yksinkertainen, mutta ei korosta alusrakenteiden merkitystä.

Kohteen kustannukset ja niiden perusteella lasketut painokertoimet Vt. 4 Kempele-Kiviniemi hankkeen kustannusten perusteella on esitetty seuraavassa taulukossa:

Taulukko 1. Vaihtoehdon 1 painokertoimet.

Kohde	Kustannus	Painokerroin
2100	11.400	15
2400	1.092	1
2701	1.234	2
2702	3.842	5
2703	2.411	3
3100	5.205	7
4110	0.426	1
4410	15.394	21
4430	2.434	3
4510	3.145	4
5110	3.219	4
5140	2.108	3
5210	4.988	7
5240	0.351	0
5420	6.366	9
6810	2.677	4
6830	2.614	3
6840	5.927	8
	74.837	100

Esimerkkihankkeessa kohteen 4410 suodatinkerros kustannukset ovat poikkeuksellisen suuret. Oulun lähialueen hiekkavarannot ovat vähäiset ja näin kuljetusmatkat muodostuvat pitkiksi. Kustannuspohjainen painokertoimien määrittäminen ottaa näin varsin voimakkaasti huomioon paikalliset olosuhteet.

Vaihtoehto 2.

Oletetaan, että kohteessa todettu virhe havaitaan seuraavan työvaiheen (kerroksen) valmistuttua. Koska laatupoikkeama havaitaan vasta seuraavan työvaiheen (kohteen) valmistuttua, joudutaan jo valmistunut työvaihe (kohde) purkamaan ja korjaamaan todettu laatu-poikkeama. Jokaiselle kohteelle on pyritty selvittämään ns. seuraava kohde, joka "peittää allensa" edellisen kohteen ("summattavat").

Eri kohteiden kustannukset lasketaan seuraavasti:

Taulukko 2. Vaihtoehdon 2 painokertoimet

Kohde	"Summattavat"	Painoarvo
2100	2100+4410	16
2400	2400	1
2701	2701+5210+5240+5420	8
2702	2702+4510	4
2703	2703+4430	3
3100	3100+4430	5
4110	4110+4410	9
4410	4410+4430	11
4430	4430+4510	3
4510	4510+5110+5140+2702	8
5110	5110+2701+5210	6
5140	5140+2701+5240+5210	5
5210	5210+2701	4
5240	5240+2701	1
5420	5420+2701	5
6810	(Päällysrakenne)*5%+6810	3
6830	(Päällysrakenne)*10%+6830	4
6840	(Päällysrakenne)*10%+6840	6

Painokertoimet määritetty Vt.4 Kempele-Kiviniemi hankkeen kustannusten pohjalta.

On myös oletettu, että kerrosten (jakava, kantava) murskeet voidaan käyttää uudelleen. Päällystekiviaines täytyy murskata uudelleen.

Putkitustöiden osalta on oletettu seuraavaa:

Rumpujen osalta oletetaan, että 5 % päällysrakennekerroksista joudutaan korjaamaan, jos virhe havaitaan rumputöissä (rumpukaivantojen osuus pituusleikkauksesta).

Salaojien ja sadevesiviemäreiden osalta oletetaan, että 10 % päällysrakennekerroksista joudutaan korjaamaan, jos virhe havaitaan ko. töissä (putkikaivantojen osuus poikkeileikkauksesta).

Korostaa paremmin alusrakenteiden merkitystä. Suhteellisen vaikea toteuttaa ja sisältää useita olettamuksia, joiden todenmukaisuutta voidaan epäillä.

Vaihtoehto 3.

Oletetaan, että virhe havaitaan vasta kokonaisuuden valmistuttua. Korostaa hyvin alusrakenteiden merkitystä. Koska laatu poikkeama havaitaan vasta kokonaisuuden (tien) valmistuttua, joudutaan kaikki virheellisen kohteen "päällä" olevat jo valmistuneet kohteet purkamaan. Jokaiselle kohteelle on pyritty löytämään ne kohteet, jotka "peittävät" allensa kyseisen kohteen ("summattavat").

Esimerkkitapaus on laskettu Vt.4 Kempele-Kiviniemi -hankkeen kustannusten pohjalta.

Taulukko 3.

Kohde	V1	V2	V3	"Summattavat"
2100	15	16	18	2100+2701+4410+4430+4510+5110+5140+5210+5240+5420
2400	1	1	0	2400
2701	2	8	5	5210+5240+5420
2702	5	4	9	2702+4510+2701+5110+5140+5210+5240+5420
2703	3	3	10	2703+4460+4510+2701+5110+5140+5210+5240+5420
3100	7	5	11	3100+4110+4410+4430+4510+2701+5110+5140+5210+5240+5420
4110	1	9	14	4110+4410+4430+4510+2701+5110+5140+5210+5240+5420
4410	21	11	14	4410+4430+4510+2701+5110+5140+5210+5240+5420
4430	3	3	9	4430+4510+2701+5110+5140+5210+5240+5420
4510	4	8	8	4510+2701+5110+5140+5210+5240+5420
5110	4	6	3	5110+2701+5210
5140	3	5	4	5140+2701+5420
5210	7	4	2	5210+2701
5240	0	1	1	5240+2701
5420	9	5	3	5420+2701
6810	4	3	2	(4410+4430+4510+5110+5140+5210+5240+5420)*.05=6810
6830	3	4	2	(4410+4430+4510+5110+5140+5210+5240+5420)*.1=6830
6840	8	6	4	(4410+4430+4510+5110+5140+5210+5240+5420)*.1=6840

Putkitustöissä vertailukustannuksiksi on laskettu ko. kohteen kustannusten lisäksi 5 % (10 %) yläpuolella olevien kohteiden kustannuksista (kts. vaihtoehto 2).

On myös oletettu, että kerrosten (jakava, kantava) murskeet voidaan käyttää uudelleen. Päälystekiviaines täytyy murskata uudelleen.

Suhteellisen vaikea toteuttaa ja sisältää useita olettamuksia, joiden todenmukaisuutta voidaan epäillä ("summattavat").

4.4.2 Rakennusosien painokertoimet

Yksittäisille kohteille ei muodosteta yksittäisille kohteille painoarvoja, vaan muodostetaan suurempia kokonaisuuksia (rakennusosia), joille lasketaan painokertoimet korjauskustannusten perusteella (kts 4.4.1).

Tässä tarkastelussa voidaan myös käyttää kaikkia edellä esitettyjä kolmea vaihtoehtoa. Esimerkilaskelma on toteutettu Vt. 4 Kempele -Kiviniemi -hankkeen tietojen perusteella.

Taulukko 4: Rakennusosien painokertoimet.

Rakennusosa		V1	V2	V3
Alusrakenne		23	35	43
2100	Maanleikkaus			
3100	Kallioleikkaukset			
4110	Penkereet			
Kuivatus		17	15	13
2400	Avo-ojat			
6810	Rummut			
6830	Salaojat			
6840	Sadevesiviemärit			
Sitomaton päällysrakenne		36	36	31
2702	Murskaus (kantava)			
2703	Murskaus (jakava)			
4410	Suodatinkerros			
4430	Jakava kerros			
4510	Sitomaton kantava kerros			
Sidottu päällysrakenne		24	14	13
2701	Murskaus (päällyste)			
5210	AB			
5240	ÖS			
5420	Betonipäällyste			
5110	Bitumisora (BS)			
5140	Maabetoni			
Tienrakentaminen				
7700	Tien rakentaminen	X	X	X

V1 (vaihtoehto 1). Vertailukustannukset ovat kohteiden kustannusten summa.

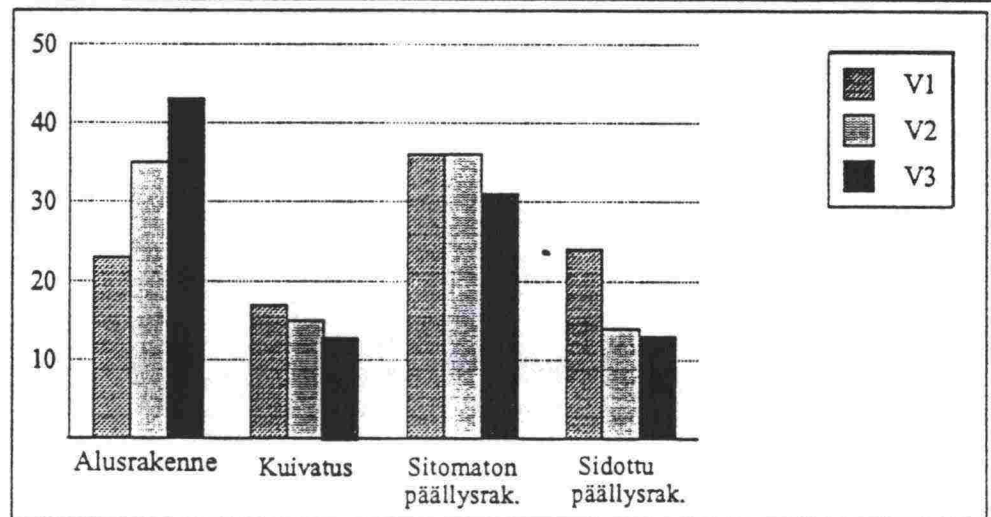
V2 (vaihtoehto 2). Vertailukustannukset ovat rakennusosan kohteiden kustannusten summa lisättynä yläpuolella olevan (seuraavan) rakennusosan kohteiden kustannusten summalla.

V3 (vaihtoehto 3). Vertailukustannukset ovat rakennusosan kohteiden kustannusten summa lisättynä kaikkien yläpuolella olevien rakennusosien kohteiden kustannusten summalla.

Rakennusosan kuivatus-osalla vertailukustannukset on jokaisessa vaihtoehdossa laskettu seuraavan kaavan perusteella:

Vertailukust. = Muiden rakennusosien kustannusten summa * 10 % (ei pohjan vahvistustöiden osalta)

Oletus: Putkikaivantojen osuus tien poikkileikkauksesta 10 %.



Kuva 6: Graafinen kuva rakennusosien painokertoimista.

Laskenta toteutetaan hankekohtaisesti. Tällöin voidaan ottaa tarkasti huomioon hankekohtaiset erityispiirteet. Rakennusosaluettelo ja niihin liittyvät kohteet laaditaan hankekohtaisesti. Rakennusosan kustannukset muodostuvat rakennusosaan kuuluvien kohteiden kustannuksista. Kustannusten määrittämiseksi on syytä käyttää työsuunnittelu- ja seurantajärjestelmiä avuksi.

Rakennusosien painokertoimet on helpommin hallittavissa kuin yksittäisten kohteiden painokertoimet.

Kohteelle 7700 - Tien rakentaminen, voidaan painokerroin määrittää hanke-/laatuosakohtaisesti (X).

4.5 HANKKEEN LAATULUKU

Tapauksissa, joissa hanke koostuu useista eri laatuosista, on laatuosille määritettävä omat painokertoimet laskettaessa hankkeen laatulukua. Laatuosien painokertoimet voidaan määrittää ainakin kahdella tavalla:

- laatuosan tyypin ja pituuden
- laatuosan kustannusten perusteella.

4.5.1 Laatuosan painokerroin laatuosan tyypin ja pituuden mukaan

Laatuosan päällysrakenneluokan (toiminnallisen luokan) ja laatuosan pituuden perusteella voidaan muodostaa seuraavanlainen kaava laskettaessa yksittäisten laatuosien painokertoimia:

$$P_i = \frac{\frac{1}{K \cdot prl_i} + l_i}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{K \cdot prl_i} + l_i} \quad \text{Kaava 4.3}$$

P_i	laatuosan i painokerroin
prl_i	laatuosan i päällysrakenneluokka (toiminnallinen)
l_i	laatuosan i pituus
n	laatuosien lukumäärä
k	Kerroin (100 000)

Kerroin k on määritetty niin, että päällysrakenneluokka ja laatuosan pituuden vaikutukset olisivat samansuuruisia (oletettu, että keskivertohankkeen pituus on 10000 metriä). Kerroin (k) voidaan määrittää laatuosakohtaisesti.

On myös huomattava, että eri laatuosille asetetuissa raja-arvoissa on otettu huomioon laatuosien luokkatiedot (alempiluokkaisten teiden laatuvaatimukset ovat väljemmät).

Esimerkkilaskelma on esitetty tuotantoalueen laatuluvun laskennan yhteydessä (4.6.2)

4.5.2 Laatuosan painokerroin laatuosan kustannusten mukaan

Laatuosan painokerroin voidaan myös laskea laatuosan kustannusten suhteessa. Tällöin vaaditaan, että jokaisen laatuosan kustannukset voidaan selvittää. Laatuosan kustannukset muodostuvat laatuosaan kuuluvien rakennusosien kustannusten summana.

Kustannuspohjainen laatuosien painokertoimien määrittäminen on laskennallisesti helpompi. Laatuosan kustannusten yhteydessä tulee otetuksi myös huomioon laatuosan tyyppi ja pituus. Tämän lisäksi myös muut erikoispiirteet tulevat huomioiduksi kustannuspohjaisessa vaihtoehdossa (esimerkiksi poikkeukselliset pohjaolosuhteet).

Esimerkkilaskelma on esitetty tuotantoalueen laatuluvun laskennan yhteydessä (4.6.2).

4.6 TUOTANTOALUEEN/TOIMIALAN LAATULUKU

Tuotantoalueen/toimialan laatuluku lasketaan toteutettujen hankkeiden laatulukujen painotettuna keskiarvona. Toimialan laatuluku voidaan laskea myös tuotantoalueiden laatulukujen painotettuna keskiarvona.

4.6.1 Hankkeen tyypin ja pituuden mukaiset painokertoimet

Hankkeiden painokertoimien määrittämisessä käytetään kaavaa (4.3) muuttaen laatuosat hankkeiksi. Päälysrakenneluokka tai toiminnallinen luokka valitaan hankkeen "päätien" mukaan.

4.6.2 Hankkeen kustannusten mukaiset painokertoimet

Hankkeen kustannusperusteinen painokerroin saadaan seuraavasti kaavasta:

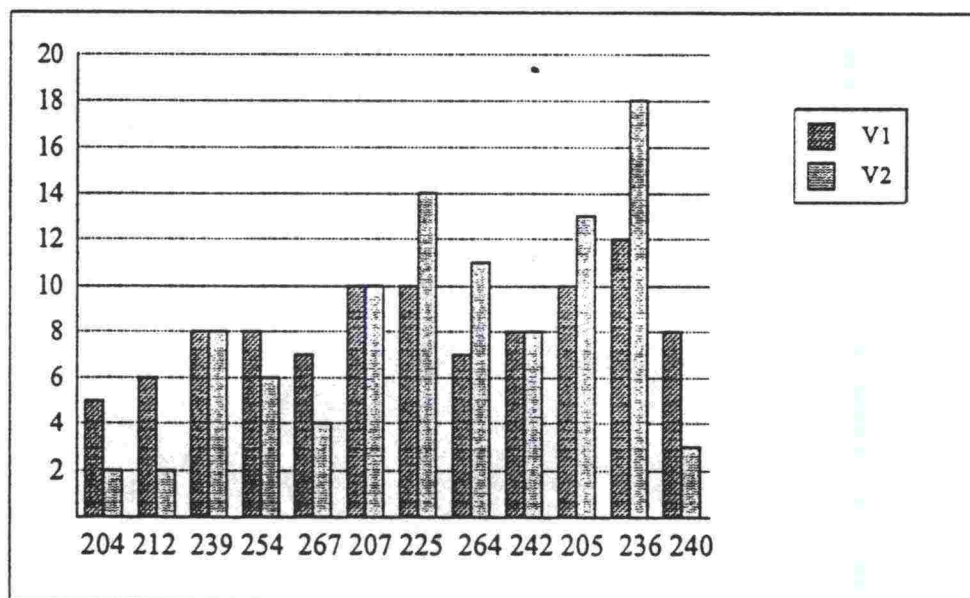
$$P_i = \frac{H(mk)_i}{\sum_{i=1}^n H(mk)_i} \quad \text{Kaava 4.4}$$

P_i	hankkeen painokerroin
$H(mk)_i$	hankkeen i toteutuneet/budj.kustannukset
n	otannassa olevien hankkeiden lukumäärä

Vaihtoehtojen mukaiset esimerkit hankkeiden painokertoimista on laskettu Lapin tiepiirin vuosina 1989-1990 valmistuneiden hankkeiden tietojen perusteella.

Taulukko 4.

Hanke	[prl]	[m]	V1	[Mmk]	V2
204	5	3160	5	3.5	2
212	4	1920	6	3.4	2
239	5	13740	8	15.2	8
254	4	10102	8	12.1	6
267	5	7940	7	7.4	4
207	4	19500	10	20.1	10
225	3	8800	10	26.7	14
264	4	5380	7	21.9	11
242	5	14140	8	16.0	8
205	3	11560	10	25.3	13
236	2	2200	12	35.7	18
240	3	963	8	6.6	3



Kuva 7: Hankkeiden painokertoimet (eri vaihtoehdot).

Vaihtoehdossa 1 on päällysrakenneluokan kertoimena on ollut 100000.

Vaihtoehdossa 2 hankkeiden kustannuksina on käytetty pelkkiä tienrakentamiskustannuksia (ei sillanrakennuskustannuksia). Kustannukset ovat kaikki samassa indeksissä (tr.ind. 129).

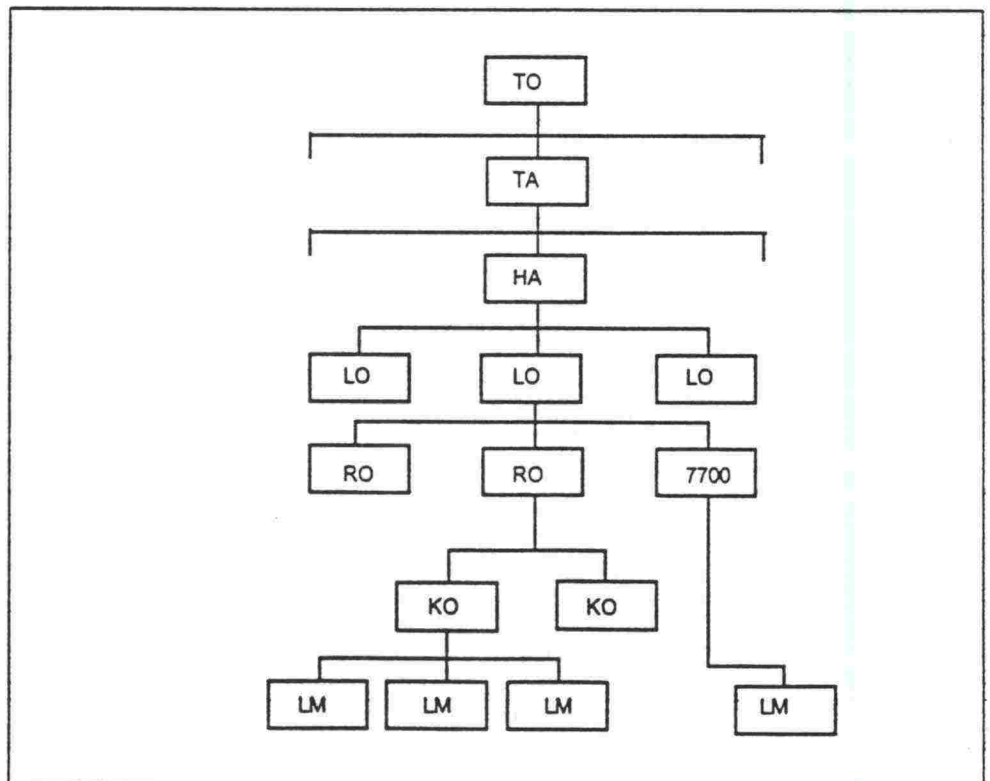
Vaihtoehdossa 1 on vaikeutena määrittää hankkeen päällysrakenneluokka, jos hankkeeseen kuuluu usean tasoisia tieosuuksia. Samoin päällysrakenneluokan huomioon ottamiseksi tarvittavan kertoimen määrittäminen tuo mukanaan olettamuksia, jotka eivät lisää laskennan luotettavuutta. Vaihtoehto 2 on laskennallisesti helpompi toteut-

taa ja se ottaa varsin voimakkaasti huomioon myös vaihtoehdossa 1 esiintyvät muuttujat (hankkeen tyyppin ja pituuden). Tämän lisäksi kustannusvaihtoehdossa tulee otetuksi huomioon myös muut hankkeen erityispiirteet suhteessa muihin toteutettuihin hankkeisiin (esimerkiksi vaikeat pohjaolosuhteet).

Tuotantoalueen laatuluku lasketaan tuotantoalueeseen kuuluvien hankkeiden painotettuna keskiarvona. Vastaavasti toimialan laatuluku lasketaan toteutettujen hankkeiden laatulukujen painotettuna keskiarvona.

5. ESIMERKKI VALITULLA LASKENTAMALLILLA

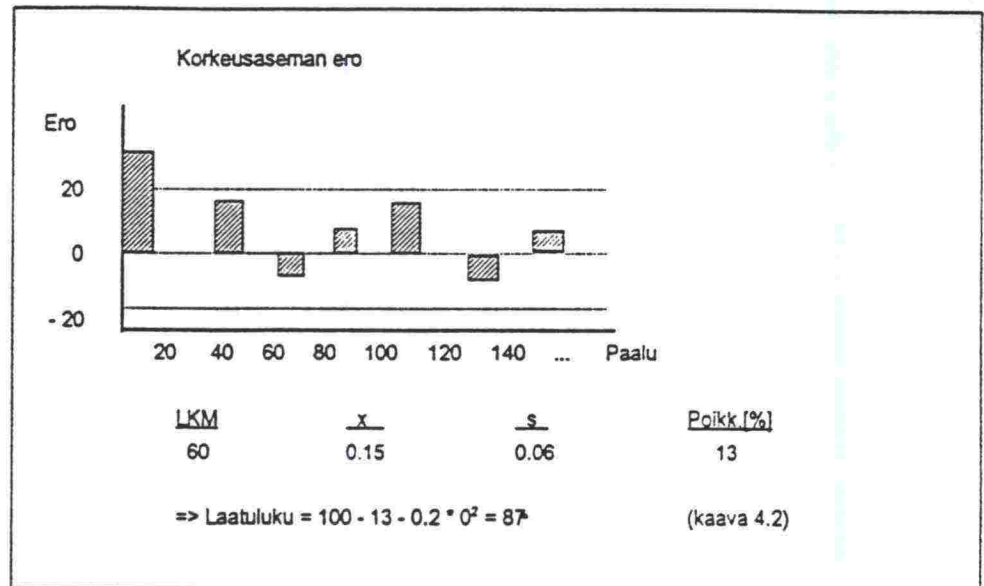
Esimerkki on otettu Tielaitoksen Lapin tiepiiriin vuonna 1991 valmistuneista hankkeista. Laatuun liittyvät mittaustulokset on kerätty Lapin tiepiirissä käytössä olevalla LV-ohjelmalla. Kustannukset on otettu hankkeen toteutumaraportista, joka on tulostettu TSS-järjestelmällä.



Kuva 8: Kuva valitusta laskentamallista (Ishakawa: "kalanruotomalli" /1/).

LAATUMUUTTUJA (LM)

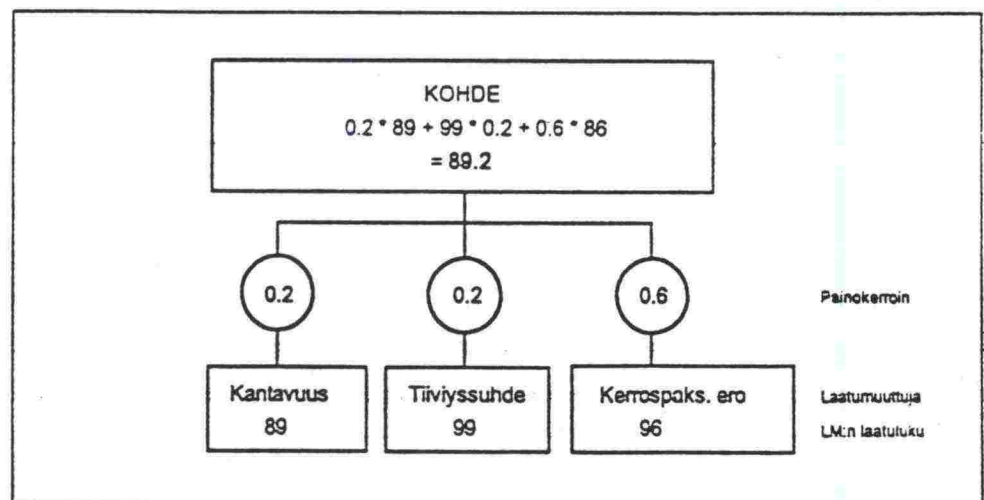
Laatumuuttujan laatuluvun laskentamalli on valittu laatumuuttujakoh-
taisesti. Pääosin mittaukset ovat olleet jatkuvia mittauksia. Kantavuus-
mittausten osalta on noudatettu muuttujatarkastelua ja rakeisuustu-
lostien osalta ominaisuustarkastelua.



Kuva 9: Laatumuuttujan laatuluku ("jatkuva mittaus").

KOHDE (KO)

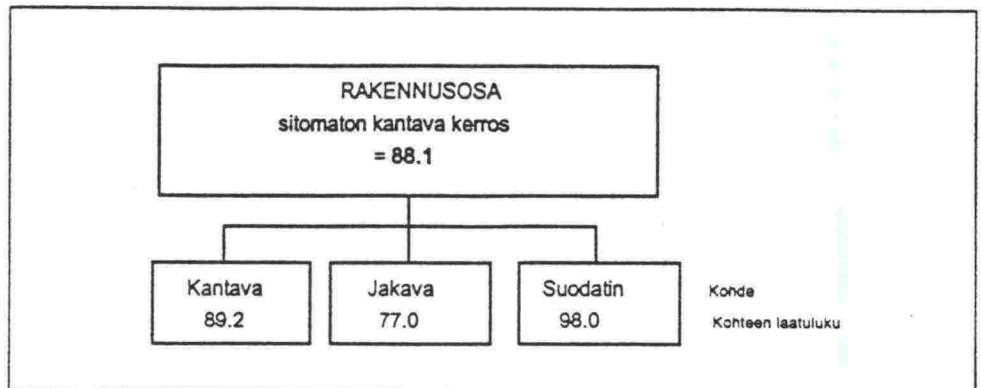
Kohteen laatuluku on laskettu kohteeseen kuuluvien laatumuuttujien
laatulukujen painotettuna keskiarvona. Laatumuuttujien painokertoimi-
na on käytetty työryhmän muokkaamia kyselytutkimuksen pohjalta
syntyneitä painokertoimia (kohta 4.2.2).



Kuva 10: Kohteen laatuluku.

RAKENNUSOSA (RO)

Rakennusosien laatuluvut on laskettu rakennusosaan kuuluvien kohteiden laatulukujen aritmeettisena keskiarvona.



Kuva 11: Rakennusosan laatuluku.

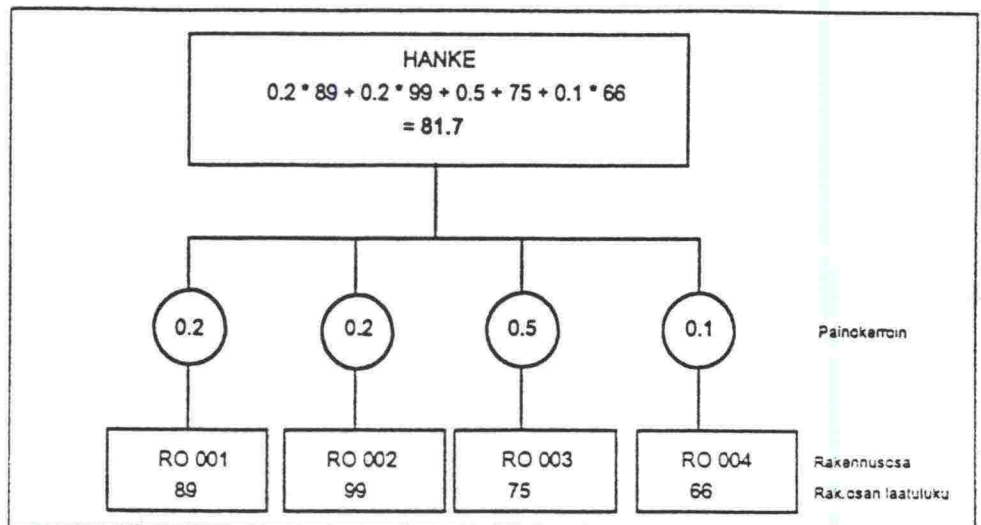
LAATUOSA (LO)

Testiaineistossa ei ollut hankkeita jaettu laatuosiin, joten tätä tarkastelua ei ole toteutettu. Tarvetta laatuosiin jaon suhteen olisi esiintynyt, mutta käytössä ollut LV-ohjelma ei mahdollistanut laatuosien käyttöä.

HANKE (HA)

Hankkeen laatuluvun laskemisessa kohteet on ryhmitelty rakennusosiksi. Rakennusosien painokertoimet on määritetty kustannuspohjaisesti. Kustannusvaihtoehtoista on käytetty vaihtoehtoa, jossa virhe todetaan vasta valmiista rakenteesta (vaihtoehto 3). Tällöin esimerkiksi alusrakenteen osalle vertailukustannuksiksi muodostuu kaikkien yläpuolisten rakennusosien kustannusten summa. Rakennusosien kustannukset on laskettu hankekohtaisesti hankkeen toteutumaraportista. Kohteen 7700 painokertoimena on käytetty 0.05 (5 %) kaikkien hankkeiden laatuluvun laskennassa. Maaseutuhankkeiden osalta kohteella 7700 olisi voitu käyttää vieläkin pienempää painoarvoa.

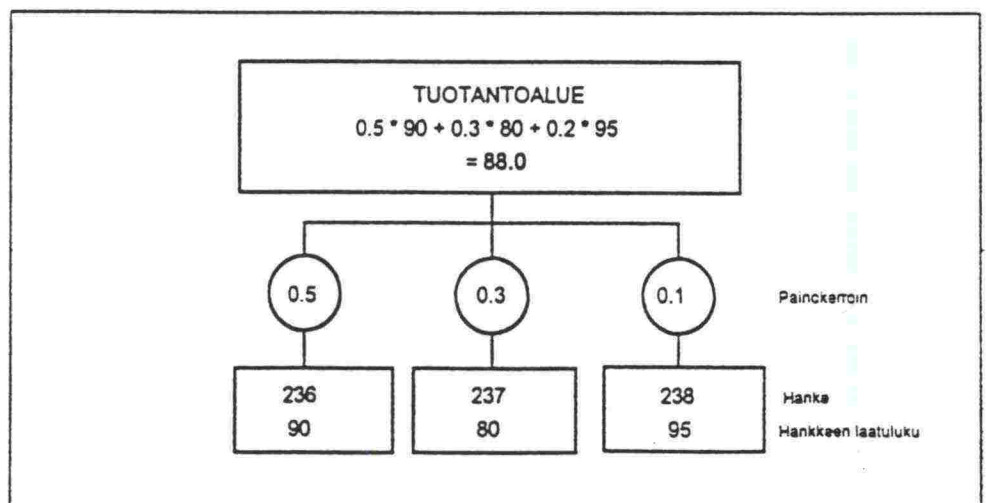
On huomattava, että jos hankkeella on laatumuuttujien mittaustuloksia vähän, vaikuttavat kyseiset laatumuuttujien laatuluvut voimakkaasti hankkeen laatulukuun tässä raportissa esitetystä esimerkkimallissa.



Kuva 12: Hankkeen laatuluku.

TUOTANTOALUE

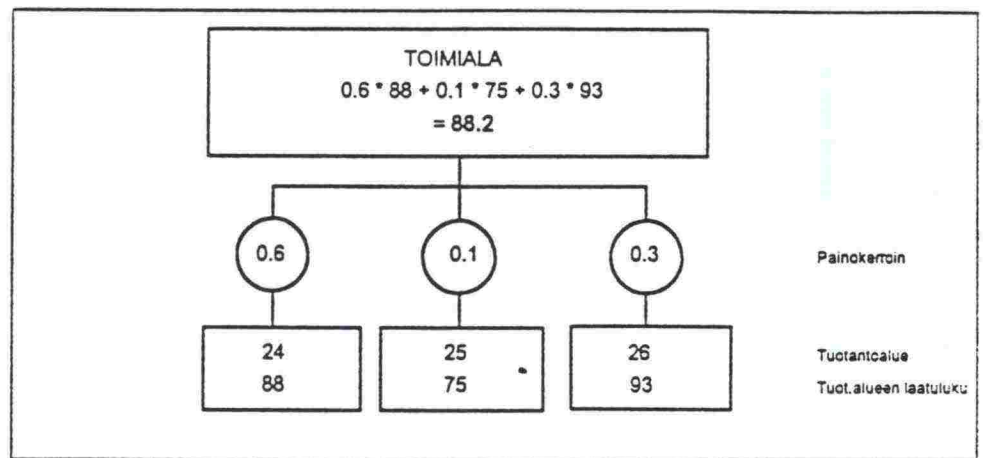
Tuotantoalueeseen kuuluvien hankkeiden laatulukujen painotettuna keskiarvona lasketaan tuotantoalueen laatuluku. Hankkeiden laatulukujen painokertoimina käytettiin hankkeiden kustannuksia, jotka on laskettu hankkeeseen kuuluvien rakennusosien kustannusten summana. Hankkeiden kustannuksia ei ole tarvinnut korjata indeksillä, koska kaikkien hankkeiden kustannustaso on ollut sama. Indeksi-korjaus on otettava huomioon, jos halutaan laskea tuotantoalueen laatuluku sellaisesta tilanteesta, jossa on useana eri vuotena toteutet-
tuja hankkeita.



Kuva 13: Tuotantoalueen laatuluku.

TOIMIALA

Tuotantoalueiden laatulukujen painotettuna keskiarvona lasketaan toimialan laatuluku. Tuotantoalueiden laatulukujen painokertoimina käytettiin tuotantoalueiden kustannuksia, jotka on laskettu tuotantoalueeseen kuuluvien hankkeiden kustannusten summana. Hankkeiden kustannuksia ei ole tarvinnut korjata indeksillä, koska kaikkien hankkeiden kustannustaso on ollut sama. Indeksikorjaus on otettava huomioon, jos halutaan laskea toimialan laatuluku sellaisesta tilanteesta, jossa on useana eri vuotena toteutettuja hankkeita.



Kuva 14: Toimialan laatuluku

6. RAKENTAMISEN MUUT LAATUOMINAISUUDET

Tässä raportissa on keskitytty ainoastaan rakentamisen tekniseen laatuun. Jossain määrin mukana on ollut myös rakennusmateriaalien laatuun liittyviä tekijöitä. Rakentamisen kokonaislaadun selvittämiseksi tarvitaan myös tietoa seuraavista laatuominaisuuksista:

- rakennusmateriaalien laatu
- toiminnallinen laatu
- esteettinen laatu
- ympäristövaikutukset

6.1 RAKENNUSMATERIAALIEN LAATU

Rakennusmateriaalien laadulla on varsin olennainen merkitys kuva-
tessa rakentamisen laatua. Rakennusmateriaalien laadun saavutta-
misesta vastaavat toisaalta alihankkija, toisaalta rakentaja itse. Alihankkijoiden laatujärjestelmän tarkoituksena on taata valmistetta-
vien tuotteiden kelpoisuus. Rakentajalla on velvollisuus toteuttaa
valmistuksen tarkkailua ja erityisesti toimitusten vastaanottotilantees-
sa tehdä riittävä vastaanottotarkistus.

Rakennusmateriaaleille asettavissa laatuvaatimuksissa on mukana
hyvin voimakkaasti suunnittelija. Suunnittelija määrittää kohteeseen
sopivat materiaalit ja niiden laatuvaatimukset. Rakentajan on vain
huolehdittava siitä, että suunnittelijan esittämän vaatimukset toteutu-
vat. Jos tavoitteisiin ei päästä (ilmenee laatupoikkeamia), rakentaja ja
suunnittelija etsivät yhdessä mahdolliset korjaustoimenpiteet.

6.2 TOIMINNALLINEN LAATU

Toiminnan laadulla varmistetaan se, että toteutettavat toimenpiteet
ovat tehokkaita. Oikeilla resursseilla toteutetaan oikea-aikaisesti
järkevänkokoisia työkokonaisuuksia. Toiminnan laadukkuus vaikuttaa
hankkeen taloudellisuuteen. Laatu ilman kustannusten huomioonotta-
mista ei ole mielekäästä.

6.3 ESTEETTINEN LAATU

Toteutettavan hankkeen esteettiseen laatuun vaikuttaa pääosin hankkeen suunnittelija. Rakentaja huolehtii, että rakennustoimenpiteillä mahdollistetaan suunnittelijan esittämien suunnitelmien toteutuminen. Rakentajalla on toimillaan mahdollisuus pilata suunnittelijan aikaan saama esteettinen vaikutelma.

6.4 YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET

Rakentajalla on vain vähäinen vaikutusmahdollisuus vaikuttaa tienrakennushankkeiden ympäristövaikutuksiin. Suunnittelija voi suunnitelmissa vaikuttaa huomattavasti toteutettavan hankkeen ympäristövaikutuksiin. Kuitenkin rakentajan on myös omissa toimissaan syytä ottaa huomioon toimien ympäristövaikutukset (esim. läjitysalueiden valinnassa jne.).

7. MUUT TIETUOTANNON LAATUOMINAISUUDET

Tietuotannon laatu on kokonaisuus. Rakentamisen tekninen laatu kuvaa vain pientä osaa kokonaisuudesta. Rakentamisen teknisestä laadusta saavutettava laatuluku ei missään nimessä kuvaa koko tietuotannon laatua. Eli on syytä muistaa, että tässä raportissa esitetyn laskentamallin mukainen laatuluku 100 ei merkitse, että tie tulee kestävänsä suunnitellun kestoiän 100 % varmuudella. Tietuotannon laatuun kuuluvat mukaan niin suunnittelun laatu kuin kunnossapidonkin laatu.

Rakentamisen laatu muodostuu suunnitelma-asiakirjojen laadusta, suunnitelmien laadusta ja tuotannon laadusta - tuotannon vastaavuudesta suunnitelma-asiakirjoihin. Rakennuttajan tarpeet ja odotukset on kuvattu hankeohjelmassa, jossa asetetaan vaatimukset suunnittelulle. Suunnittelun laatu kuvaa sitä, kuinka hyvin hankeohjelmassa esitetyt vaatimukset ja tavoitteet suunnittelija on suunnitelmissa pystynyt esittämään. Tämän lisäksi suunnittelun laatuun liittyy suunnittelua-asiakirjojen tekninen laatu. Suunnittelun tuloksen syntyvät suunnitelma-asiakirjat asettavat vaatimukset tuotannolla ja määrittävät tuotannon laadun tason. Samoin suunnitelma-asiakirjat määrittävät kunnossapidon tason.

Tietuotannon laatutasoa kuvaavaa laatulukua ei ole olemassa. Sen muodostaminen on varsin visainen ongelma. Periaatteessa se on kuitenkin mahdollista. Jokaisen osa-alueen laatulukujen painotettuna keskiarvona voidaan muodostaa koko tietuotannon laatuluku. Monien osa-alueiden osalta on vaikeaa löytää objektiivisesti mitattavia tai arvioitavia laatumuuttujia, joiden perusteella ko. osa-alueen laatuluku muodostuu. Esimerkkinä tällaisesta ongelmasta voidaan mainita suunnitelmien laatu. Mitkä ovat ne mittarit, joilla suunnitelmien laatua voidaan arvioida? Monet suunnitelmiin liittyvät asiat tulevat esille vasta suunnitelmien toteuttamisen yhteydessä. On myös asioita, jotka ilmenevät vasta vuosien käytön jälkeen. Nämä seikat tekevät tietuotannon laatuluvun laskennasta ongelmallisen, mutta myös haasteellisen.

Itsetarkoitukseksi ei saa muodostua laatuluvun laskentamallin etsiminen. Tärkeintä on löytää toimintamalli, jolla varmistutaan siitä, että toteutettavat toimenpiteet tuottavat parhaan mahdollisen laadullisen lopputuloksen. Tässä kohdassa on lainattava rakennushallituksen pääjohtajaa Matti K. Mäkiä, joka rakennuslehden artikkelissaan (24.10.1991) on maininnut seuraavaa:

Tulevaisuudessa ei jankuteta laadusta. Laatua tehdään.

Mittavalla asennekasvatus- ja koulutusoperaatiolla on saatu syntymään uusi ympäristösuhde uusille ihmisille. Entiset olivat paljolti ammattinäkemystensä kapeikossa, eivätkä löytäneet parannuksen tietä.

1990-luku halusi laatikoida laatua. Sitä yritettiin tavoittaa ohjeita, standardeja, direktiivejä ja normeja pystyttämällä. Mutta laatu on varsin vapaamuotoinen sopimus. Se ei tahtonut antautua byrokratisoitavaksi. Oli valittava toinen tie, irrottauduttava pykäläohjauksesta ja otettava uusi startti.

Tulevaisuuden laatu syntyy uuteen laatutietoisuuteen kasvaneen kulttuurin itseohjautuvuudesta. Enää ei höpsötellä erilaisella insinöörin tai arkkitehdin laadulla, käyttäjän tai tuotekauppiaan laadulla. Käsi on lyöty käteen ja tajuttu, mikä on kaikkien yhteinen hyvä. On solmittu yhteiskunnallinen laaturauha.

Kukaan ei utele, mitä laatu maksaa. Hyvä laatu on yhtä selvä asia kuin taloudellinen rakentaminen. Ja tämä taas nojaa yli sukupolvien ulottuvan kestävän kehityksen luonnonlakeihin.

Elämme tällä hetkellä vaihetta, jossa laatua yritetään "laatikoida". Tämä on kehitysprosessin eräs vaihe. Olemme kasvattamassa sitä laatutietoista sukupolvea, jolle laadun merkitys on itsestäänselvyys. Tulevaisuudessa tarvitaan tunnuslukuja, jotka kuvaavat erilaisten asioiden laatua. Aivan kuten kuvataan tänä päivänä rakentamisen taloudellisuutta. Näin ollen laatuluvun tai vastaavien tunnuslukujen kehittäminen tulee jatkumaan.

8. JATKOTOIMENPITEET

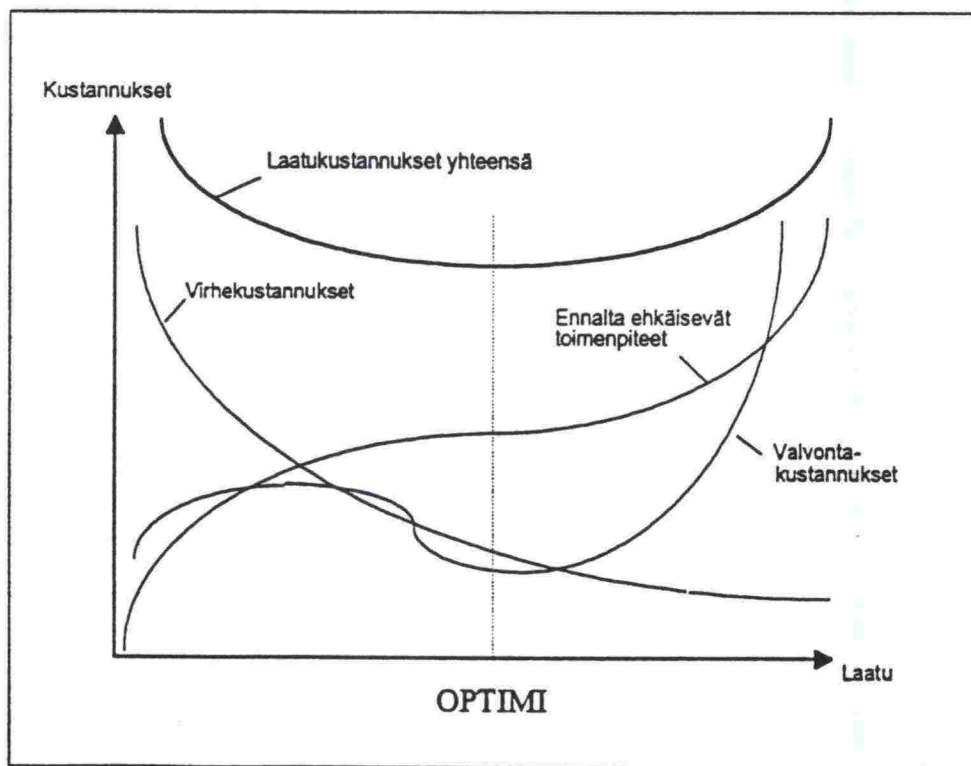
Tässä raportissa esitetyn laskentamallin toimivuudesta saadaan varmuus vasta varsinaisesta testikäytöstä. Tätä testikäyttöä tullaan toteuttamaan laatuun liittyvien atk- järjestelmien yhteydessä (TILAVA = tienrakentamisen atk-avusteinen laadunvarmistus). Laskentamallia on myös syytä laajentaa niin, että siitä tulee mahdollisimman kattava rakentamisen osalta. Uusia laatukohteita ja rakennusosia voidaan kivuttomasti lisätä tähän malliin.

Testikäytön yhteydessä tulee myös tarvetta käydä läpi yksittäisille laatumuuttujille asetettuja vaatimuksia ja niiden tarkoituksenmukaisuutta. Pyrkimyksenä on oltava, että mahdollisimman paljon asioita voidaan todeta valmiista kokonaisuuksista (rakenteista). Tällöin laadunvarmistamiseen käytetyt kustannukset supistuvat.

Laatukustannusten seuranta on saatava mukaan normaaliin kustannusseurantaan niin, että sieltä saadaan selville seuraavat kustannuserät:

- laadunvalvonta,
- virhekustannukset
- ennaltaehkäisevät toimenpiteet

Vasta näiden kustannuserien tiedostamisen ja kustannuksia aiheuttavien tekijöiden ohjaamisen avulla voidaan saavuttaa tarkoituksen mukainen laatuoptimi.



Kuva 15. Laatukustannukset /12/.

Tilastollisen tarkastelun voimakkaampi mukaanottaminen vaatii tarkkaa eri laatumuuttujien jakaumatyyppin selvittämistä ja siten soveltuvan kelpoisuustarkastelun määrittämistä. Tilastollinen tarkastelu vaatii myös sallittujen riskien määrittämistä, joka liittyy otostutkimukseen ja sitä kautta otoskokojen määräämiseen.

Kokeellisen tutkimuksen lisäksi tarvitaan vankkaa teoreettista tutkimusta esimerkiksi siitä, millaisia vaikutuksia eri laatumuuttujilla on lopputuotteen eri laatuominaisuuksiin. Vasta tämän tietämyksen myötä on mahdollista muodostaa paremmin todellisuutta kuvaavia laskentamalleja laatuluvun laskemiseksi.

LÄHDELUETTELO

- /1/ Ishakawa, Kaoru. What is Total Quality Control - The Japanese Way. Prentice Hall, 1985.
- /2/ Kankainen, J., Rakentamisen tuotannon ohjaus, Vesi- ja ympäristöhallitus, Helsinki 1989.
- /3/ TVH, suunnitteluhallinto: Tiensuunnittelun laatu. Helsinki 1989.
- /4/ Lillrank, Paul., Laatumaa. Helsinki 1990.
- /5/ Tiehallitus, tuotanto-osasto: Sillanrakentamisen arvomuutosperusteet - SAP. Helsinki 1991.
- /6/ Tiehallitus, tuotannon ohjaus: Tilastolliset menetelmät laatuvarusturakentamisessa 1. Helsinki 1991.
- /7/ Tiehallitus, tuotannon ohjaus: Tilastolliset menetelmät laatuvarusturakentamisessa 2. Helsinki 1991.
- /8/ Tiehallitus, tuotannon ohjaus: Tilastolliset menetelmät laatuvarusturakentamisessa 3. Helsinki 1991.
- /9/ Quality Levels Analysis and Database System - User's Guide. U.S. Department of Transportation Federal Highway Administration Construction and Maintenance Division. Washington 1988.
- /10/ Moilanen, E., Laatuluku (raportti), TIEL Lapin tiepiiri, Oulu 1990.
- /11/ Finnmap Oy, Sillan kokonaislaatuvarusturakentamisen laskentamethodin periaatekuvaus (raportti). Tiehallitus, Tt 1990.
- /12/ Veräjälakorva, J., Laatuvarusturakentamistekniikka. Insinööriarusturakentamistieto. Helsinki 1978.

Mittaustulokset:

63.5	61.0	65.2	61.7	69.0
67.7	60.2	66.4	62.8	68.5

Alaraja:

$$L = 60.0$$

Keskihajonta

$$\sigma = 3.2$$

Kerroin (k) $k = 1.53$ (riskit huomioiva kerroin)

($\alpha = 0.05$ tuottajan riski ja $\beta = 0.10$ tilaajan riski)

(0.1²) -normaalijakauman kertymäfunktio

$$\Phi(\lambda) = P(\Lambda \leq \lambda) = \int_{-\infty}^{\lambda} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\lambda^2} d\lambda$$

Lasketaan laatuluku laatuindeksiin eli M-menetelmällä (muuttujatar-
kastelu).

$$M = 1 - \Phi\left(k \sqrt{\frac{n}{n-1}}\right) = 1 - \Phi\left(1.53 \cdot \sqrt{\frac{10}{9}}\right) = 1 - 0.9463 \approx 5.4\%$$

$$Q_L = \frac{x - L}{\sigma} \sqrt{\frac{n}{n-1}} = \frac{64.6 - 60.0}{3.2} \sqrt{\frac{10}{9}} \approx 1.52 \quad (= \text{alempi laatuindeksi})$$

Tällöin

$$p = 1 - \Phi(1.52) = 1 - 0.9357 = 0.064 = 6.4\% \quad (= \text{laatuvaatimuksista poik-
keava osuus})$$

eli PWL = 93.6 % (= laatuvaatimukset täyttävä osuus)

Koska $p > 5.4\%$, erä hylätään tai siitä maksetaan sovittua pienempi hinta.

Tielaitos Lapin tiepiiri

		KESKIARVOT			
KOHDE/TEKIJÄ				Muu	Muut
		Kaikki	Lappi	Suomi	toimial.
		n=64	n=55	n=9	n=13
2100 Maaleikkaus					
21	Tasoaseman ero	0.15	0.15	0.16	0.17
22	Korkeusaseman ero	0.27	0.27	0.27	0.25
23	Yläpinnan leveys	0.20	0.20	0.16	0.20
29	Luiskakaltevuuden ero	0.15	0.15	0.13	0.15
101	Tiiviysaste	0.22	0.22	0.27	0.22
2400 Avo-ojat					
21	Tasoaseman ero	0.21	0.23	0.15	0.25
22	Korkeusaseman ero	0.42	0.42	0.47	0.41
30	Tasaisuus	0.36	0.36	0.38	0.34
2701 Murskaus ja seulonta (päällyste)					
41	Muoto	0.12	0.12	0.16	0.12
45	Lujuus	0.27	0.27	0.32	0.32
50	Rakeisuus	0.24	0.24	0.29	0.27
53	E-moduli	0.18	0.19	0.13	0.15
55	0.074_rakeisuus (routivuus)	0.18	0.19	0.11	0.15
2702 Murskaus ja seulonta (kantava)					
41	Muoto	0.11	0.12	0.07	0.11
45	Lujuus	0.21	0.21	0.20	0.24
50	Rakeisuus	0.24	0.23	0.25	0.24
53	E-moduli	0.26	0.25	0.31	0.25
55	0.074_rakeisuus (routivuus)	0.20	0.21	0.17	0.16
2703 Murskaus ja seulonta (jakava)					
41	Muoto	0.11	0.11	0.07	0.09
45	Lujuus	0.18	0.19	0.15	0.19
50	Rakeisuus	0.24	0.23	0.28	0.25
53	E-moduli	0.27	0.26	0.32	0.28
55	0.074_rakeisuus (routivuus)	0.21	0.21	0.17	0.19

Tielaitos Lapin tiepiiri

		KESKIARVOT			
KOHDE/TEKIJÄ				Muu	Muut
		Kaikki	Lappi	Suomi	toimial.
3100 Kalliroleikkaukset (3300)					
21	Tasoaseman ero	0.22	0.23	0.21	0.27
22	Korkeusaseman ero	0.33	0.33	0.32	0.32
29	Luiskakaltevuuden ero	0.19	0.19	0.17	0.17
31	Kallion tasaisuus	0.26	0.25	0.31	0.24
4110 Tie-, rata-, yms. penkereet (murske) (4120)					
21	Tasoaseman ero	0.15	0.15	0.12	0.16
22	Korkeusaseman ero	0.21	0.22	0.19	0.19
23	Yläpinnan leveys	0.19	0.19	0.20	0.19
50	Rakeisuus	0.21	0.20	0.22	0.20
101	Tiiviysaste	0.25	0.24	0.27	0.26
4210 Tie-, rata-, yms. penkereet (louhe) (4220)					
21	Tasoaseman ero	0.19	0.20	0.15	0.19
22	Korkeusaseman ero	0.30	0.31	0.28	0.29
23	Yläpinnan leveys	0.26	0.26	0.28	0.28
50	Rakeisuus	0.24	0.23	0.29	0.24
4410 Suodatin- ja erityskerrokset sekä maalaatikot ja siirtymäkiilat hiekasta					
21	Tasoaseman ero	0.06	0.06	0.04	0.07
22	Korkeusaseman ero	0.09	0.10	0.08	0.09
23	Yläpinnan leveys	0.08	0.08	0.08	0.09
25	Paksuusero	0.12	0.11	0.12	0.11
30	Tasaisuus	0.10	0.10	0.09	0.08
53	E-moduli	0.09	0.09	0.08	0.10
54	0.02_rakeisuus (savi)	0.10	0.11	0.07	0.10
55	0.074_rakeisuus (routivuus)	0.12	0.12	0.13	0.13
57	Kapillaarisuus	0.12	0.12	0.13	0.13
101	Tiiviysaste	0.12	0.11	0.18	0.12

Tielaitos Lapin tiepiiri					
		KESKIARVOT			
KOHDE/TEKIJÄ				Muu	Muut
		Kaikki	Lappi	Suomi	toimial.
4430 Jakavat kerrokset sekä maalaatikat ja siirtymäkiilat sorasta					
21	Tasoaseman ero	0.05	0.05	0.04	0.05
22	Korkeusaseman ero	0.07	0.07	0.06	0.07
23	Yläpinnan leveys	0.07	0.07	0.06	0.07
25	Paksuusero	0.10	0.10	0.09	0.08
27	Sivukaltevuuden ero	0.07	0.07	0.05	0.08
30	Tasaisuus	0.07	0.08	0.07	0.07
53	E-moduli	0.11	0.10	0.14	0.11
54	0.02_rakeisuus (savi)	0.07	0.07	0.04	0.06
55	0.074_rakeisuus (routivuus)	0.08	0.09	0.07	0.08
91	Kantavuus E_2	0.14	0.13	0.20	0.16
92	Tiiviyssuhde E_2/E_1	0.09	0.09	0.10	0.08
101	Tiiviysaste	0.10	0.10	0.09	0.09
4510 Sitomattomat kantavat kerrokset (4530)					
21	Tasoaseman ero	0.05	0.05	0.03	0.07
22	Korkeusaseman ero	0.07	0.07	0.05	0.06
23	Yläpinnan leveys	0.07	0.07	0.05	0.08
25	Paksuusero	0.09	0.09	0.08	0.09
27	Sivukaltevuuden ero	0.08	0.08	0.07	0.09
29	Luiskakaltevuuden ero	0.05	0.05	0.03	0.05
30	Tasaisuus	0.09	0.08	0.11	0.08
53	E-moduli	0.09	0.09	0.10	0.11
54	0.02_rakeisuus (savi)	0.06	0.06	0.05	0.04
55	0.074_rakeisuus (routivuus)	0.08	0.07	0.10	0.07
91	Kantavuus E_2	0.12	0.11	0.16	0.11
92	Tiiviyssuhde E_2/E_1	0.08	0.08	0.08	0.06
101	Tiiviysaste	0.09	0.09	0.07	0.09

Tielaitos Lapin tiepiiri

		KESKIVÄRT			
KOHDE/TEKIÄ				Muu	Muut
		Kaikki	Lappi	Suomi	toimial.
5110 Bitumisora (BS)					
21	Tasoaseman ero	0.06	0.07	0.05	0.07
22	Korkeusaseman ero	0.08	0.08	0.06	0.08
23	Yläpinnan leveys	0.10	0.10	0.08	0.10
25	Paksuusero	0.12	0.12	0.13	0.12
27	Sivukaltevuuden ero	0.12	0.13	0.08	0.12
30	Tasaisuus	0.14	0.13	0.16	0.15
81	Sideainepitoisuus	0.13	0.12	0.16	0.12
82	Tyhjätila	0.12	0.11	0.16	0.10
91	Kantavuus E ₂	0.13	0.13	0.13	0.14
5110 Bitumistabilointi					
21	Tasoaseman ero	0.07	0.08	0.05	0.08
22	Korkeusaseman ero	0.09	0.10	0.07	0.08
23	Yläpinnan leveys	0.11	0.12	0.08	0.10
25	Paksuusero	0.13	0.13	0.13	0.12
27	Sivukaltevuuden ero	0.11	0.12	0.09	0.12
30	Tasaisuus	0.13	0.13	0.16	0.17
81	Sideainepitoisuus	0.16	0.15	0.20	0.14
91	Kantavuus E ₂	0.19	0.18	0.21	0.19
5140 Maabetoni					
3	Betonin puristuslujuus	0.16	0.15	0.20	0.14
21	Tasoaseman ero	0.08	0.09	0.06	0.10
22	Korkeusaseman ero	0.09	0.10	0.07	0.09
23	Yläpinnan leveys	0.11	0.12	0.10	0.12
25	Paksuusero	0.14	0.13	0.15	0.13
27	Sivukaltevuuden ero	0.10	0.11	0.09	0.10
30	Tasaisuus	0.14	0.13	0.16	0.15
91	Kantavuus E ₂	0.18	0.18	0.18	0.18

		KESKIARVOT			
KOHDE/TEKIJÄ				Muu	Muut
		Kaikki	Lappi	Suomi	toimial.
5210 Asfalttibetoni (AB) (5220, 5230)					
21	Tasoaseman ero	0.07	0.08	0.05	0.08
22	Korkeusaseman ero	0.08	0.09	0.06	0.07
23	Yläpinnan leveys	0.11	0.11	0.10	0.11
25	Paksuusero	0.14	0.14	0.15	0.15
27	Sivukaltevuuden ero	0.15	0.15	0.10	0.14
30	Tasaisuus	0.17	0.16	0.19	0.18
81	Sideainepitoisuus	0.15	0.14	0.18	0.15
82	Tyhjätila	0.13	0.13	0.18	0.12
5240 Öljysorapäälysteet (ÖS)					
21	Tasoaseman ero	0.07	0.07	0.04	0.08
22	Korkeusaseman ero	0.08	0.08	0.06	0.07
23	Yläpinnan leveys	0.11	0.12	0.09	0.11
25	Paksuusero	0.14	0.14	0.14	0.15
27	Sivukaltevuuden ero	0.14	0.15	0.09	0.14
30	Tasaisuus	0.16	0.15	0.17	0.16
81	Sideainepitoisuus	0.15	0.14	0.20	0.15
84	Tarttuvuus	0.15	0.14	0.20	0.13
5420 Betonipäälysteet					
1	Betonin ilmapitoisuus	0.12	0.12	0.12	0.13
3	Betoninin puristuslujuus	0.17	0.16	0.20	0.18
21	Tasoaseman ero	0.08	0.08	0.06	0.08
22	Korkeusaseman ero	0.09	0.09	0.07	0.08
23	Yläpinnan leveys	0.11	0.11	0.10	0.10
25	Paksuusero	0.14	0.13	0.16	0.13
27	Sivukaltevuuden ero	0.14	0.14	0.11	0.13
30	Tasaisuus	0.16	0.16	0.19	0.17

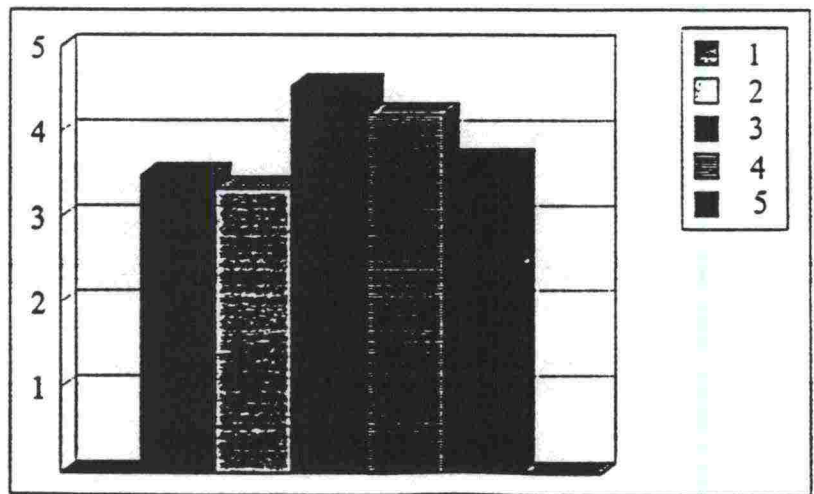
Tielaitos Lapin tiepiiri					
		KESKIARVOT			
KOHDE/TEKIJÄ				Muu	Muut
		Kaikki	Lappi	Suomi	toimial.
6810 Päätierummut (6820)					
21	Tasoaseman ero	0.11	0.12	0.08	0.12
22	Korkeusaseman ero	0.23	0.23	0.26	0.22
28	Kaltevuusero	0.21	0.21	0.22	0.19
36	Arinan leveys	0.13	0.14	0.12	0.14
50	Rakeisuus	0.13	0.14	0.11	0.13
101	Tiiviysaste	0.18	0.18	0.21	0.19
6830 Salaojat (6820)					
21	Tasoaseman ero	0.07	0.08	0.05	0.09
22	Korkeusaseman ero	0.16	0.16	0.20	0.14
28	Kaltevuusero	0.18	0.18	0.18	0.19
33	Kaivon alapinnan tasoas. ero	0.10	0.09	0.10	0.10
34	Kaivon alapinnan korkeusas. ero	0.14	0.14	0.14	0.14
36	Arinan leveys	0.08	0.09	0.08	0.09
50	Rakeisuus	0.15	0.14	0.18	0.14
101	Tiiviysaste	0.11	0.12	0.08	0.12
6830 Salaojat (6820)					
21	Tasoaseman ero	0.07	0.07	0.05	0.09
22	Korkeusaseman ero	0.15	0.14	0.20	0.14
26	Pituuskaltevuuden ero	0.16	0.16	0.17	0.17
33	Kaivon alapinnan tasoas. ero	0.09	0.09	0.09	0.10
34	Kaivon alapinnan korkeusas. ero	0.12	0.12	0.11	0.11
35	Kaivon yläpinnan korkeusas. ero	0.14	0.14	0.13	0.11
36	Arinan leveys	0.08	0.08	0.06	0.08
50	Rakeisuus	0.09	0.09	0.07	0.09
101	Tiiviysaste	0.11	0.11	0.12	0.12

MIELIPIDETIEDUSTELU PAINOTETUN LAATULUVUN ATK-AVUSTEISESTA KYSELYTUTKIMUKSESTA

KYSYMYS	KESKIARVOT			
	Kaikki n=51	Lappi n=42	Muu Suomi n=9	Muut toimialat n=10
1	3,49	3.49	3.50	3.70
2	3.33	3.37	3.20	3.40
3	4.53	4.44	4.90	4.90
4	4.20	4.12	4.50	4.40
5	3.67	3.59	4.00	2.90

1. Oliko kysely mielekäs?
2. Kuvaako saamiesi painõkertoimien laatuluku rakentami-
sen teknistä laatua?
3. Oliko atk-avusteinen kyselytutkimus riittävän helppokäyt-
töinen?
4. Oliko oheismateriaali riittävä?
5. Tunsitko, että sinulla on riittävät valmiudet vastata kyse-
lyyn?

Mielipide postitettu 99 henkilölle. Vastauksia 51 kpl
 => vastausmäärä 51 %.



HANKKEEN LAATULUKU

R214 PT 19798 parantaminen Suvannon sillan kohdalla

Alusrakenne

2100 Maaleikkaus

Korkeusaseman ero	1.00	100.00	
			100.00

(8.34) .46 100.00

Sitomaton päällysrakenne

2702 Murskaus ja seulonta (kantava)

E-moduli	1.00	95.40	
			95.40

4510 Sitomattomat kantavat kerrokset (4530)

Tiiviysaste	.29	100.00	
Paksuusero	.29	71.20	
Kantavuus E2	.42	67.52	
			78.01

(420.56) .45 86.70

Sidottu päällysrakenne

5240 Öljysorapäällysteet (ös)

Sivukaltevuuden ero	1.00	0.00	
			0.00

(57.85) .04 0.00

Tien rakentaminen

7700 Tien rakentaminen

Korkeusaseman ero	.33	13.70	
Luisakaltevuuden ero	.33	82.70	
Tiiviyssuhde E2/E1	.33	100.00	
			64.81

(0.00) .05 64.81

HANKKEEN LAATULUKU

88.29

HANKKEEN LAATULUKU
R216 MT 9621 JA PO 50001 PYHÄTUNTURI-LUOSTO

Alusrakenne

2100 Maaleikkaus

Korkeusaseman ero	1.00	82.98	
			82.98

(53.33) .49 82.98

Sitomaton päällysrakenne

2702 Murskaus ja seulonta (kantava)

E-moduli	1.00	100.00	
			100.00

2703 Murskaus ja seulonta (jakava)

E-moduli	1.00	86.02	
			86.02

4410 Suodatin-, eristyskerrokset sekä maalaatikot ja siirtym

Paksuusero	.63	79.67	
E-moduli	.37	71.39	
			76.60

4430 Jakavat kerrokset

E-moduli	.40	100.00	
Kantavuus E2	.60	93.84	
			96.30

4510 Sitomattomat kantavat kerrokset (4530)

Tiiviysaste	.29	100.00	
Paksuusero	.29	80.68	
Kantavuus E2	.42	86.57	
			88.76

(784.86) .46 89.54

Tien rakentaminen

7700 Tien rakentaminen

Korkeusaseman ero	.33	100.00	
Luiskakaltevuuden ero	.33	99.36	
Tiiviyssuhde E2/E1	.33	100.00	
			98.79

(0.00) .05 98.79

HANKKEEN LAATULUKU

86.78

HANKKEEN LAATULUKU
R217 MT 950 SALLA-SALLATUNTURI

Alusrakenne

2100 Maaleikkaus

Tiiviysaste	.40	100.00	
Korkeusaseman ero	.60	38.64	
			63.18

(110.47) .43 63.18

Sitomaton päällysrakenne

2702 Murskaus ja seulonta (kantava)

E-moduli	1.00	17.01	
			17.01

2703 Murskaus ja seulonta (jakava)

E-moduli	1.00	8.00	
			8.00

4410 Suodatin-, eristyskerrokset sekä maalaatikat ja siirtym

Paksuusero	.63	94.85	
E-moduli	.37	69.36	
			85.42

4430 Jakavat kerrokset

Tiiviysaste	.25	100.00	
Paksuusero	.25	90.98	
Sivukaltevuuden ero	.13	66.63	
Kantavuus E2	.37	76.72	
			84.80

4510 Sitomattomat kantavat kerrokset (4530)

Tiiviysaste	.24	68.85	
Paksuusero	.24	54.00	
Sivukaltevuuden ero	.18	49.23	
Kantavuus E2	.34	100.00	
			72.35

(1957.26) .41 53.51

Sidottu päällysrakenne

5240 Öljysorapäällysteet (ös)

Paksuusero	.43	100.00	
Sivukaltevuuden ero	.57	53.55	
			73.52

(779.04) .11 73.52

Tien rakentaminen

7700 Tien rakentaminen

Korkeusaseman ero	.33	98.71	
Luiskakaltevuuden ero	.33	100.00	
Tiiviyssuhde E2/E1	.33	62.12	
			86.07

(0.00) .05 86.07

HANKKEEN LAATULUKU

61.44

HANKKEEN LAATULUKU
R224 MT 941 KUUMAKANGAS-LAPIONTIEMI

Alusrakenne

2100 Maaleikkaus

Korkeusaseman ero	1.00	56.85	
			56.85

(395.05) .47 56.85

Sitomaton päällysrakenne

2702 Murskaus ja seulonta (kantava)

E-moduli	1.00	100.00	
			100.00

2703 Murskaus ja seulonta (jakava)

E-moduli	1.00	100.00	
			100.00

4410 Suodatin-, eristyskerrokset sekä maalaatikot ja siirtym

Paksuusero	.63	90.80	
E-moduli	.37	96.69	
			92.98

4430 Jakavat kerrokset

Tiiviysaste	.29	100.00	
Paksuusero	.29	61.36	
Kantavuus E2	.42	94.85	
			86.63

4510 Sitomattomat kantavat kerrokset (4530)

Tiiviysaste	.29	93.19	
Paksuusero	.29	79.58	
Kantavuus E2	.42	92.55	
			88.97

(905.57) .35 93.72

Sidottu päällysrakenne

5240 Öljysorapäällysteet (ÖS)

Sivukaltevuuden ero	1.00	59.36	
			59.36

(540.12) .13 59.36

Tien rakentaminen

7700 Tien rakentaminen

Korkeusaseman ero	.33	100.00	
Luiskakaltevuuden ero	.33	98.25	
Tiiviyssuhde E2/E1	.33	100.00	
			98.42

(0.00) .05 98.42

HANKKEEN LAATULUKU

72.32

HANKKEEN LAATULUKU
R233 PAJUSAAREN PT. 19514 PARANTAMINEN

Alusrakenne

2100 Maaleikkaus

Tiiviysaste	.40	100.00
Korkeusaseman ero	.60	100.00

100.00

(63.06) .49 100.00

Sitomaton päällysrakenne

2702 Murskaus ja seulonta (kantava)

E-moduli	1.00	8.00
----------	------	------

8.00

2703 Murskaus ja seulonta (jakava)

E-moduli	1.00	100.00
----------	------	--------

100.00

4410 Suodatin-, eristyskerrokset sekä maalaatikot ja siirtym

Paksuusero	1.00	75.44
------------	------	-------

75.44

4430 Jakavat kerrokset

Paksuusero	.67	69.36
Sivukaltevuuden ero	.33	100.00

79.47

4510 Sitomattomat kantavat kerrokset (4530)

Paksuusero	.31	89.79
Sivukaltevuuden ero	.23	100.00
Kantavuus E2	.46	0.00

50.83

(433.25) .46 62.75

Tien rakentaminen

7700 Tien rakentaminen

Korkeusaseman ero	.50	41.86
Tiiviysuhde E2/E1	.50	100.00

70.93

(0.00) .05 70.93

HANKKEEN LAATULUKU

81.35

HANKKEEN LAATULUKU
R306 ANTTILANKANGAS-KIVIOJA

Alusrakenne

2100 Maaleikkaus

Korkeusaseman ero	1.00	89.14	
			89.14

(829.90) .56 89.14

Sitomaton päällysrakenne

2703 Murskaus ja seulonta (jakava)

E-moduli	1.00	8.00	
			8.00

4410 Suodatin-, eristyskerrokset sekä maalaatikot ja siirtym

Paksuusero	1.00	94.39	
			94.39

4430 Jakavat kerrokset

Paksuusero	.40	100.00	
Kantavuus E2	.60	87.92	
			92.75

4510 Sitomattomat kantavat kerrokset (4530)

Tiiviysaste	.29	94.20	
Paksuusero	.29	100.00	
Kantavuus E2	.42	81.32	
			90.48

(652.92) .30 71.40

Sidottu päällysrakenne

5240 Öljysorapäälysteet (ös)

Sivukaltevuuden ero	1.00	0.00	
			0.00

(343.77) .09 0.00

Tien rakentaminen

7700 Tien rakentaminen

Korkeusaseman ero	.50	35.05	
Tiiviyssuhde E2/E1	.50	96.45	
			65.75

(0.00) .05 65.75

HANKKEEN LAATULUKU

74.51

HANKKEEN LAATULUKU
R265 KAAMENEN-SYYSJOKI

Alusrakenne

2100 Maaleikkaus

Korkeusaseman ero	1.00	85.37	
			85.37

(1515.91) .57 85.37

Sitomaton päällysrakenne

2702 Murskaus ja seulonta (kantava)

E-moduli	1.00	77.91	
			77.91

2703 Murskaus ja seulonta (jakava)

E-moduli	1.00	98.53	
			98.53

4410 Suodatin-, eristyskerrokset sekä maalaatikot ja siirtym

Paksuusero	.63	59.15	
E-moduli	.37	97.88	
			73.48

4430 Jakavat kerrokset

Tiiviysaste	.29	74.15	
Paksuusero	.29	92.09	
Kantavuus E2	.42	99.08	
			89.82

4510 Sitomattomat kantavat kerrokset (4530)

Tiiviysaste	.29	93.56	
Paksuusero	.29	80.96	
Kantavuus E2	.42	100.00	
			92.61

(994.42) .24 86.47

Sidottu päällysrakenne

5240 Öljysorapäällysteet (ös)

Sivukaltevuuden ero	1.00	0.00	
			0.00

(958.74) .14 0.00

Tien rakentaminen

7700 Tien rakentaminen

Korkeusaseman ero	.33	100.00	
Luiskakaltevuuden ero	.33	97.79	
Tiiviyssuhde E2/E1	.33	79.43	
			91.48

(0.00) .05 91.48

HANKKEEN LAATULUKU

73.63

HANKKEEN LAATULUKU
R266 MT 970 SYYSJOKI-PETSIKKO

Sitomaton päällysrakenne

2702 Murskaus ja seulonta (kantava)

E-moduli	1.00	79.74	
			79.74

2703 Murskaus ja seulonta (jakava)

E-moduli	1.00	62.03	
			62.03

4410 Suodatin-, eristyskerrokset sekä maalaatikat ja siirtym

Paksuusero	.63	97.79	
E-moduli	.37	29.95	
			72.69

4430 Jakavat kerrokset

Tiiviysaste	.29	92.32	
Paksuusero	.29	87.12	
Kantavuus E2	.42	93.56	
			91.33

4510 Sitomattomat kantavat kerrokset (4530)

Tiiviysaste	.40	76.95	
Kantavuus E2	.60	100.00	
			90.78

(839.73)	.61	79.32
-----------	-----	-------

Sidottu päällysrakenne

5240 Öljysorapäällysteet (ös)

Paksuusero	.43	95.68	
Sivukaltevuuden ero	.57	0.00	
			41.14

(1104.83)	.34	41.14
------------	-----	-------

Tien rakentaminen

7700 Tien rakentaminen

Korkeusaseman ero	.33	100.00	
Luiskakaltevuuden ero	.33	100.00	
Tiiviyssuhde E2/E1	.33	59.15	
			85.52

(0.00)	.05	85.52
---------	-----	-------

HANKKEEN LAATULUKU

66.74

HANKKEEN LAATULUKU

R241 MT940 JA MT9401 ÄKÄSLOMPOLON KOHTA

Sidottu päällysrakenne

5210 Asfalttibetoni (A8) (5220, 5230)

Sivukaltevuuden ero 1.00 22.22

22.22

(1144.05) .95 22.22

Tien rakentaminen

7700 Tien rakentaminen

Korkeusaseman ero .33 91.63

Luiskakaltevuuden ero .33 85.10

Tiiviyssuhde E2/E1 .33 100.00

91.32

(0.00) .05 91.32

HANKKEEN LAATULUKU

25.68

HANKKEEN LAATULUKU
R227 VT 21 PARANTAMINEN VÄLILLÄ ORAJÄRVI-OLOSJOKI

Alusrakenne

2100 Maaleikkaus

Korkeusaseman ero	1.00	95.03	
			95.03

(1158.91) .42 95.03

Sitomaton päällysrakenne

2702 Murskaus ja seulonta (kantava)

E-moduli	1.00	44.01	
			44.01

2703 Murskaus ja seulonta (jakava)

E-moduli	1.00	92.27	
			92.27

4410 Suodatin-, eristyskerrokset sekä maalaatikot ja siirtym

Tiiviysaste	.63	54.00	
E-moduli	.37	100.00	
			71.02

4430 Jakavat kerrokset

Tiiviysaste	.29	60.53	
Paksuusero	.29	78.75	
Kantavuus E2	.42	97.61	
			81.39

4510 Sitomattomat kantavat kerrokset (4530)

Tiiviysaste	.29	97.42	
Paksuusero	.29	87.58	
Kantavuus E2	.42	99.45	
			95.42

(1278.66) .27 76.82

Sidottu päällysrakenne

5210 Asfalttibetoni (AB) (5220, 5230)

Sivukaltevuuden ero	1.00	0.00	
			0.00

(3986.64) .26 0.00

Tien rakentaminen

7700 Tien rakentaminen

Korkeusaseman ero	.33	97.52	
Luiskakaltevuuden ero	.33	90.06	
Tiiviyssuhde E2/E1	.33	97.98	
			94.23

(0.00) .05 94.23

HANKKEEN LAATULUKU

65.71

HANKKEEN LAATULUKU

R290 MT 938 PARANTAMINEN VÄLILLÄ HAVELA-LEMPELÄ

Alusrakenne

2100 Maaleikkaus

Korkeusaseman ero 1.00 100.00

100.00

(453.60) .47 100.00

Sitomaton päällysrakenne

4410 Suodatin-, eristyskerrokset sekä maalaatikot ja siirtym

Tiiviysaste .38 54.00

Paksuusero .38 86.84

E-moduli .24 100.00

77.52

4430 Jakavat kerrokset

Tiiviysaste .29 21.16

Paksuusero .29 59.15

Kantavuus E2 .42 69.76

52.59

4510 Sitomattomat kantavat kerrokset (4530)

Tiiviysaste .29 33.12

Paksuusero .29 83.26

Kantavuus E2 .42 41.49

51.17

(1550.80) .38 60.43

Sidottu päällysrakenne

5240 Öljysorapäälysteet (ös)

Sivukaltevuuden ero 1.00 0.00

0.00

(589.35) .09 0.00

Tien rakentaminen

7700 Tien rakentaminen

Korkeusaseman ero .33 100.00

Luiskakaltevuuden ero .33 100.00

Tiiviyssuhde E2/E1 .33 94.94

97.33

(0.00) .05 97.33

HANKKEEN LAATULUKU

75.29

HANKKEEN LAATULUKU
R291 VT 21 PARANTAMINEN KORPIKOSKEN KOHDALLA

Alusrakenne

2100 Maaleikkaus

Korkeusaseman ero	1.00	100.00
		100.00

(1039.29) .53 100.00

Sitomaton päällysrakenne

4510 Sitomattomat kantavat kerrokset (4530)

Paksuusero	.40	100.00
Kantavuus E2	.60	69.36
		81.62

(266.54) .25 81.62

Sidottu päällysrakenne

5210 Asfalttibetoni (AB) (5220, 5230)

Sivukaltevuuden ero	1.00	0.00
		0.00

(599.70) .17 0.00

Tien rakentaminen

7700 Tien rakentaminen

Korkeusaseman ero	.50	100.00
Luiskakaltevuuden ero	.50	100.00
		100.00

(0.00) .05 100.00

HANKKEEN LAATULUKU

78.58

Hanke	Kohde	KO_QL				HA_PK	HA_QL
Rosat			RO_mk	RO_PK	RO_QL		TA_QL

.28 86.78

R217 MT 950 SALLA-SALLATUNTURI

Alusrakenne

2100 Maaleikkaus	63.18			
		(110.47)	.43	63.18

Sitomaton päällysrakenne

2702 Murskaus ja seu	17.01			
2703 Murskaus ja seu	8.00			
4410 Suodatin-, eris	85.42			
4430 Jakavat kerroks	84.80			
4510 Sitomattomat ka	72.35			
		(1957.26)	.41	53.51

Sidottu päällysrakenne

5240 Öljysorapäällys	73.52			
		(779.04)	.11	73.52

Tien rakentaminen

7700 Tien rakentamin	86.07			
		(0.00)	.05	86.07

HANKKEEN LAATULUKU

.04 61.44

R224 MT 941 KUUMAKANGAS-LAPIONIEMI

Alusrakenne

2100 Maaleikkaus	56.85			
		(395.05)	.47	56.85

Sitomaton päällysrakenne

2702 Murskaus ja seu	100.00			
2703 Murskaus ja seu	100.00			
4410 Suodatin-, eris	92.98			
4430 Jakavat kerroks	86.63			
4510 Sitomattomat ka	88.97			
		(905.57)	.35	93.72

Sidottu päällysrakenne

5240 Öljysorapäällys	59.36			
		(540.12)	.13	59.36

Tien rakentaminen

7700 Tien rakentamin	98.42			
		(0.00)	.05	98.42

HANKKEEN LAATULUKU

.11 72.32

R233 PAJUSAAREN PT. 19514 PARANTAMINEN

Alusrakenne

2100 Maaleikkaus	100.00			
		(63.06)	.49	100.00

Sitomaton päällysrakenne

2702 Murskaus ja seu	8.00			
2703 Murskaus ja seu	100.00			
4410 Suodatin-, eris	75.44			
4430 Jakavat kerroks	79.47			
4510 Sitomattomat ka	50.83			
		(433.25)	.46	62.75

Tien rakentaminen

7700 Tien rakentamin	70.93			
		(0.00)	.05	70.93

HANKKEEN LAATULUKU

.18 81.35

R306 ANTTILANKANGAS-KIVIOJA

Alusrakenne

2100 Maaleikkaus 89.14

(829.90) .56 89.14

Sitomaton päällysrakenne

2703 Murskaus ja seu 8.00

4410 Suodatin-, eris 94.39

4430 Jakavat kerroks 92.75

4510 Sitomattomat ka 90.48

(652.92) .30 71.40

Sidottu päällysrakenne

5240 Öljysorapäällys 0.00

(343.77) .09 0.00

Tien rakentaminen

7700 Tien rakentamin 65.75

(0.00) .05 65.75

HANKKEEN LAATULUKU

.08 74.51

TUOTANTOALUEEN LAATU

82.80

TUOTANTOALUEEN LAATULUKU

MATTI PORTHAN

R265 KAAMENEN-SYYSJOKI

Alusrakenne

2100 Maaleikkaus 85.37

(1515.91) .57 85.37

Sitomaton päällysrakenne

2702 Murskaus ja seu 77.91

2703 Murskaus ja seu 98.53

4410 Suodatin-, eris 73.48

4430 Jakavat kerroks 89.82

4510 Sitomattomat ka 92.61

(994.42) .24 86.47

Sidottu päällysrakenne

5240 Öljysorapäällys 0.00

(958.74) .14 0.00

Tien rakentaminen

7700 Tien rakentamin 91.48

(0.00) .05 91.48

HANKKEEN LAATULUKU

.39 73.63

R266 MT 970 SYYSJOKI-PETSIKKO

Sitomaton päällysrakenne

2702 Murskaus ja seu 79.74

2703 Murskaus ja seu 62.03

4410 Suodatin-, eris 72.69

4430 Jakavat kerroks 91.33

4510 Sitomattomat ka 90.78

(839.73) .61 79.32

Sidottu päällysrakenne

5240 Öljysorapäällys 41.14

(1104.83) .34 41.14

Tien rakentaminen

7700 Tien rakentamin 85.52

(0.00) .05 85.52

HANKKEEN LAATULUKU

.61 66.74

TUOTANTOALUEEN LAATU

69.44

TUOTANTOALUEEN LAATULUKU

RAIMO YLPIETI

R241 MT940 JA MT9401 ÄKÄSLOMPOLON KOHTA

Sidottu päällysrakenne

5210 Asfalttibetoni 22.22

(1144.05) .95 22.22

Tien rakentaminen

7700 Tien rakentamin 91.32

(0.00) .05 91.32

HANKKEEN LAATULUKU

1.00 25.68

TUOTANTOALUEEN LAATU

25.68

TUOTANTOALUEEN LAATULUKU

HEIKKI MÄKIKALLIO

R227 VT 21 PARANTAMINEN VÄLILLÄ ORAJÄRVI-OLOSJOKI

Alusrakenne

2100 Maaleikkaus	95.03			
		(1158.91)	.42	95.03

Sitomaton päällysrakenne

2702 Murskaus ja seu	44.01			
2703 Murskaus ja seu	92.27			
4410 Suodatin-, eris	71.02			
4430 Jakavat kerroks	81.39			
4510 Sitomattomat ka	95.42			
		(1278.66)	.27	76.82

Sidottu päällysrakenne

5210 Asfalttibetoni	0.00			
		(3986.64)	.26	0.00

Tien rakentaminen

7700 Tien rakentamin	94.23			
		(0.00)	.05	94.23

HANKKEEN LAATULUKU

.58 65.71

R290 MT 938 PARANTAMINEN VÄLILLÄ HAVELA-LEMPELÄ

Alusrakenne

2100 Maaleikkaus	100.00			
		(453.60)	.47	100.00

Sitomaton päällysrakenne

4410 Suodatin-, eris	77.52			
4430 Jakavat kerroks	52.59			
4510 Sitomattomat ka	51.17			
		(1550.80)	.38	60.43

Sidottu päällysrakenne

5240 öljysorapäällys	0.00			
		(589.35)	.09	0.00

Tien rakentaminen

7700 Tien rakentamin	97.33			
		(0.00)	.05	97.33

HANKKEEN LAATULUKU

.23 75.29

R291 VT 21 PARANTAMINEN KORPIKOSKEN KOHDALLA

Alusrakenne

2100 Maaleikkaus	100.00			
------------------	--------	--	--	--

		(1039.29)	.53	100.00		
Sitomaton päällysrakenne						
4510 Sitomattomat ka	81.62	(266.54)	.25	81.62		
Sidottu päällysrakenne						
5210 Asfalttibetoni	0.00	(599.70)	.17	0.00		
Tien rakentaminen						
7700 Tien rakentamin	100.00	(0.00)	.05	100.00		
HANKKEEN LAATULUKU					.20	78.58
TUOTANTOALUEEN LAATU						70.38

TOIMIALAN LAATULUKU

KAUKO PAHNILA

R214 PT 19798 parantaminen Suvannon sillan kohdalla

Alusrakenne	.46	100.00
Sitomaton päällysrakenne	.45	86.70
Sidottu päällysrakenne	.04	0.00
Tien rakentaminen	.05	64.81

HANKKEEN LAATULUKU .32 88.29

R216 MT 9621 JA PO 50001 PYHÄTUNTURI-LUOSTO

Alusrakenne	.49	82.98
Sitomaton päällysrakenne	.46	89.54
Tien rakentaminen	.05	98.79

HANKKEEN LAATULUKU .28 86.78

R217 MT 950 SALLA-SALLATUNTURI

Alusrakenne	.43	63.18
Sitomaton päällysrakenne	.41	53.51
Sidottu päällysrakenne	.11	73.52
Tien rakentaminen	.05	86.07

HANKKEEN LAATULUKU .04 61.44

R224 MT 941 KUUMAKANGAS-LAPIONIEMI

Alusrakenne	.47	56.85
Sitomaton päällysrakenne	.35	93.72
Sidottu päällysrakenne	.13	59.36
Tien rakentaminen	.05	98.42

HANKKEEN LAATULUKU .11 72.32

R233 PAJUSAAREN PT. 19514 PARANTAMINEN

Alusrakenne	.49	100.00
Sitomaton päällysrakenne	.46	62.75
Tien rakentaminen	.05	70.93

HANKKEEN LAATULUKU .18 81.35

R306 ANTTILANKANGAS-KIVIOJA

Alusrakenne	.56	89.14
Sitomaton päällysrakenne	.30	71.40
Sidottu päällysrakenne	.09	0.00
Tien rakentaminen	.05	65.75

HANKKEEN LAATULUKU .08 74.51

TUOTANTOALUEEN LAATU

.47 82.80

MATTI PORTHAN

R265 KAAMENEN-SYYSJOKI

Alusrakenne	.57	85.37
Sitomaton päällysrakenne	.24	86.47
Sidottu päällysrakenne	.14	0.00
Tien rakentaminen	.05	91.48

HANKKEEN LAATULUKU .39 73.63

R266 MT 970 SYYSJOKI-PETSIKKO

Sitomaton päällysrakenne	.61	79.32
Sidottu päällysrakenne	.34	41.14
Tien rakentaminen	.05	85.52

HANKKEEN LAATULUKU .61 66.74

TUOTANTOALUEEN LAATU

.27 69.44

RAIMO YLPIETI

R241 MT940 JA MT9401 ÄKÄSLOMPOLON KOHTA

Sidottu päällysrakenne	.95	22.22		
Tien rakentaminen	.05	91.32		
HANKKEEN LAATULUKU			1.00	25.68

TUOTANTOALUEEN LAATU

.14 25.68

HEIKKI MÄKIKALLIO

R227 VT 21 PARANTAMINEN VÄLILLÄ ORAJÄRVI-OLOSJOKI

Alusrakenne	.42	95.03		
Sitomaton päällysrakenne	.27	76.82		
Sidottu päällysrakenne	.26	0.00		
Tien rakentaminen	.05	94.23		
HANKKEEN LAATULUKU			.58	65.71

R290 MT 938 PARANTAMINEN VÄLILLÄ HAVELA-LEMPELÄ

Alusrakenne	.47	100.00		
Sitomaton päällysrakenne	.38	60.43		
Sidottu päällysrakenne	.09	0.00		
Tien rakentaminen	.05	97.33		
HANKKEEN LAATULUKU			.23	75.29

R291 VT 21 PARANTAMINEN KORPIKOSKEN KOHDALLA

Alusrakenne	.53	100.00		
Sitomaton päällysrakenne	.25	81.62		
Sidottu päällysrakenne	.17	0.00		
Tien rakentaminen	.05	100.00		
HANKKEEN LAATULUKU			.20	78.58

TUOTANTOALUEEN LAATU

.13 70.38

TOIMIALAN LAATULUKU

69.84